

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO

**MANEJO DE LAS PODAS DE *Leucaena leucocephala* PARA LA PRODUCCIÓN
DE FORRAJE EN EL PERIODO SECO EN CUBA**

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico de Posgrado y Capacitación
del Programa de Enseñanza en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro
Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

por

Ismael Hernández Venereo

Turrialba, Costa Rica

1996

DEDICATORIA

A la amistad entre los hombres y los pueblos, al altruismo, a CUBA.

AGRADECIMIENTOS

A Teresa, Elizabeth y Mairelis por haberles quitado tanto tiempo y no dedicarles el cariño que se merecen.

A mis padres Adela e Ismael por su constante apoyo en mi enseñanza.

Al M. Sc. Jorge E. Benavides, amigo, compañero y profesor. Sin su ayuda, no hubiera sido posible llegar.

A los directivos y trabajadores en general, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

A todos los colegas y amigos de mi querida institución Indio Hatuey muy especialmente a Leonel Simón, Giraldo Martín, Célido Matías, Iván Yepes, Hilda Machado, Carlos Mendoza y a las compañeras del laboratorio.

Al inolvidable y estimado amigo M. Sc. Jeferson Vasconcelos que siempre participó y colaboró conmigo en los momentos difíciles y también en los buenos, durante mi estadía en CATIE.

Al M. Sc. Carlos Villalta y al M. Sc. Erick Salguero amigos inolvidables que me ayudaron desde el inicio.

A la Dra. Tania Ammour por su desinteresada colaboración y por su amistad.

Y finalmente al hermano pueblo de Costa Rica, en este hermoso país me he sentido como en casa.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	XVI
SUMMARY	XVII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS DEL TRABAJO	1
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	1
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	2
3. HIPÓTESIS DE TRABAJO	2
4. REVISIÓN DE LITERATURA	3
4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE EN ESTUDIO	3
4.1.1 <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.....	3
4.1.1.1 Descripción botánica, variación genética, origen, distribución y ecología.....	3
4.1.1.2 Usos generales y rendimiento.....	3
4.1.1.4 Manejo de la <i>Leucaena</i> para la producción de forraje.....	4
4.1.1.5 Toxicidad	5
4.2 ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN ANIMAL EN REGIONES CON PERÍODOS SECOS PROLONGADOS	5
4.3 EL USO DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS LEGUMINOSOS EN LA PRODUCCIÓN PECUARIA.....	6
4.3.1 Los árboles leguminosos en sistemas de corte y acarreo.....	6
4.4 EFECTO DE LA DEFOLIACIÓN SOBRE LOS ÁRBOLES Y ARBUSTOS LEGUMINOSOS.....	7
4.4.1 Defoliación y crecimiento.....	7
4.4.2 Tolerancia a la defoliación.....	7
4.4.3 Intensidad de la defoliación.....	7
4.4.4 Intervalo entre cortes.....	8
4.4.5 Tamaño de los árboles y momento de la defoliación.....	9
4.4.6 Densidad de árboles.....	9
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
5.1 LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA EXPERIMENTAL	10
5.1.1 <i>Clima</i>	10
5.2 SUELO.....	11
5.3 MANEJO DE LA PLANTACIÓN Y UNIDADES EXPERIMENTALES	11
5.3.1 <i>Unidades experimentales</i>	11
5.3.2 <i>Experimentos y tratamientos</i>	12
5.3.3 <i>Diseño experimental y análisis estadístico</i>	13
5.3.4 <i>Variables a medir</i>	13
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
6.1 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA.....	14
6.1.1 <i>Producción de hojas</i>	14
6.1.3 <i>Producción de biomasa comestible</i>	15
6.1.4 <i>Producción de tallo leñoso</i>	16
6.1.5 <i>Producción de biomasa total</i>	16
6.2 COMPOSICIÓN DE LA BIOMASA.....	17
6.3 TASAS DE CRECIMIENTO	17
6.3.1 <i>Tasas de crecimiento según los momentos de poda inicial y final</i>	17
6.3.2 <i>Tasas de crecimiento según intervalos de corte</i>	19
6.4 ALTURA DE LAS PLANTAS Y NÚMERO DE RAMAS	20
6.4.1 <i>Efecto de la poda inicial</i>	20

6.4.2 Efecto de la poda final.....	21
6.5 Digestibilidad in vitro de la materia seca.....	21
6.5.1 Efecto de la poda inicial.....	21
6.5.2 Efecto de la poda final.....	22
6.6 CONTENIDO DE PROTEÍNA BRUTA	22
6.6.1 Efecto de la poda inicial.....	22
6.6.2 Efecto de la poda final.....	22
6.7 MATERIA SECA DIGESTIBLE Y PROTEÍNA CRUDA TOTAL.....	23
6.7.1 Efecto de la poda inicial.....	23
6.7.2 Efecto de la poda final.....	23
6.8 CONTENIDO DE FIBRA BRUTA	24
6.8.1 Efecto de la poda inicial.....	24
6.8.2 Efecto de la poda final.....	24
6.9 CONTENIDO DE FÓSFORO (P) Y CALCIO (Ca).....	24
6.9.1 Efecto de la poda inicial.....	24
6.9.2 Efecto de la poda final.....	25
7.1 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA COMPARANDO FEBRERO-ABRIL VS. ABRIL.....	26
7.1.1 Producción de hojas.....	26
7.1.2 Producción de tallos tiernos	26
7.1.3 Producción de biomasa comestible.....	26
7.1.4 Producción de tallos leñosos.....	27
7.1.5 Producción total.....	27
7.2 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA COMPARANDO MARZO-MAYO VS. MAYO	28
7.2.1 Producción de hojas.....	28
7.2.2 Producción de tallos tiernos	28
7.2.3 Producción de biomasa comestible.....	28
7.2.4 Producción de tallo leñoso	29
7.2.5 Producción total.....	29
7.3 ANÁLISIS CONJUNTO DE ALGUNOS FACTORES QUE INFLUYERON EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE LAS PODAS ÚNICAS Y COMBINADAS.....	30
7.4 MATERIA SECA DIGESTIBLE Y PROTEÍNA CRUDA TOTAL PARA PODAS ÚNICAS Y COMBINADAS	30
7.4.1 Efecto de la poda final.....	30
7.5 PRODUCCIÓN DE PASTOS Y FORRAJES DURANTE EL PERÍODO SECO EN CUBA	31
8. CONCLUSIONES.....	32
9. RECOMENDACIONES	33
10. LITERATURA CONSULTADA	34
11. ANEXOS.....	39

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Efecto de los niveles crecientes de forraje de <i>Leucaena leucocephala</i> como suplemento en la productividad de bovinos, carneros y cabras ¹	5
Cuadro 2. Condiciones climáticas prevalecientes ¹ durante el período experimental en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Perico, Matanzas, Cuba.	11
Cuadro 3. Resultados del análisis químico del suelo ¹ en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba.	11
Cuadro 4. Distribución en el tiempo de los tratamientos del experimento 1.	12
Cuadro 5. Distribución en el tiempo de los tratamientos del experimento 2.	12
Cuadro 6. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la producción de hojas de <i>Leucaena leucocephala</i> en el período seco, Matanzas, Cuba.	14
Cuadro 7. Efecto de la poda al final de la época lluviosa sobre la producción de tallos tiernos de <i>Leucaena leucocephala</i> en los meses de sequía en Matanzas, Cuba.	15
Cuadro 8. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la producción de biomasa comestible de <i>Leucaena leucocephala</i> en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.	16
Cuadro 9. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la producción de tallo leñoso de <i>Leucaena leucocephala</i> en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.	16
Cuadro 10. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la producción de biomasa total de <i>Leucaena leucocephala</i> en los meses de sequía en Matanzas, Cuba.	16
Cuadro 11. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre la proporción de los componentes de la biomasa de <i>Leucaena leucocephala</i> podada inicialmente al final del período lluvioso. .	17
Cuadro 12. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento de los componentes de la biomasa de <i>Leucaena leucocephala</i> durante la estación seca.	17
Cuadro 13. Tasas de crecimiento de las hojas, tallos tiernos, comestible, tallos leñosos y total de <i>Leucaena leucocephala</i> según intervalos de corte.	19
Cuadro 14. Altura de las plantas y número de ramas total de <i>Leucaena leucocephala</i> al final del período lluvioso.	21
Cuadro 15. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre la altura de las plantas y el número de ramas total de <i>Leucaena leucocephala</i> podada inicialmente al final del período lluvioso.	21
Cuadro 16. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca de hojas y tallos tiernos de <i>Leucaena leucocephala</i> durante la época de sequía, Matanzas, Cuba.	21
Cuadro 17. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre la digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca de hojas y tallos tiernos de <i>Leucaena leucocephala</i> podada inicialmente al final del período lluvioso, Matanzas, Cuba.	22
Cuadro 18. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre el contenido de proteína bruta de hojas y tallos tiernos de <i>Leucaena leucocephala</i> durante la época seca, Matanzas, Cuba.	22
Cuadro 19. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre el contenido de proteína bruta de hojas y tallo tierno de <i>Leucaena leucocephala</i> podada inicialmente al final del período lluvioso, Matanzas, Cuba.	23
Cuadro 20. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de proteína bruta total y materia seca digestible de <i>Leucaena leucocephala</i> durante la sequía, Matanzas, Cuba.	23
Cuadro 21. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre la producción de proteína bruta total y materia seca digestible de <i>Leucaena leucocephala</i> podada inicialmente al final de la época lluviosa en Matanzas, Cuba.	24
Cuadro 22. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre el contenido de fibra cruda de hojas y tallo tierno de <i>Leucaena leucocephala</i> durante la sequía, Matanzas, Cuba.	24
Cuadro 23. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre el contenido de fibra cruda de hojas y tallo tierno de <i>Leucaena leucocephala</i> podada inicialmente al final de la época lluviosa, Matanzas, Cuba.	24

Cuadro 24. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre el contenido de fósforo y calcio de hojas y tallo tierno de <i>Leucaena leucocephala</i> durante los meses de sequía, Matanzas, Cuba..	25
Cuadro 25. Contenido de fósforo y calcio en las hojas y el tallo tierno de <i>Leucaena leucocephala</i> en los meses de sequía en Matanzas, Cuba luego de podas realizadas al final de la época lluviosa.	25
Cuadro 26. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de hojas de <i>Leucaena leucocephala</i> podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.	26
Cuadro 27. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de tallos tiernos de <i>Leucaena leucocephala</i> podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.	26
Cuadro 28. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de biomasa comestible de <i>Leucaena leucocephala</i> podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.	27
Cuadro 29. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de tallos leñosos de <i>Leucaena leucocephala</i> podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.	27
Cuadro 30. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de biomasa total de <i>Leucaena leucocephala</i> podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.	27
Cuadro 31. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de hoja de <i>Leucaena leucocephala</i> podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.	28
Cuadro 32. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de tallos tiernos de <i>Leucaena leucocephala</i> podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.	28
Cuadro 33. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de biomasa comestible de <i>Leucaena leucocephala</i> podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.	29
Cuadro 34. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de tallos leñosos de <i>Leucaena leucocephala</i> podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.	29
Cuadro 35. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de biomasa total de <i>Leucaena leucocephala</i> podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.	29
Cuadro 36. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de proteína y materia seca digestible de <i>Leucaena leucocephala</i> podada dos veces durante la sequía.	31
Cuadro 37. Producción estacional de materia seca y de proteína bruta de algunos forrajes y la <i>Leucaena</i> en el período seco en Cuba.	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona donde se realizó el estudio EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.	10
Figura 2. Producción de hojas de <i>Leucaena leucocephala</i> en los meses de sequía luego de podas iniciales al final de las lluvias en Matanzas, Cuba.	15
Figura 3. Crecimiento en peso seco (kg/ha/día) de las hojas, tallo tierno y tallo leñoso de <i>Leucaena leucocephala</i> por efecto del mes de poda durante la sequía.	18
Figura 4. Crecimiento en peso seco (kg/ha/día) de los componentes de la biomasa de <i>Leucaena leucocephala</i> por efecto del mes de poda inicial y la frecuencia de poda.	20

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento de la biomasa comestible de <i>Leucaena leucocephala</i> en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.	39
Anexo 2. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento del tallo leñoso de <i>Leucaena leucocephala</i> en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.	39
Anexo 3. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento de la biomasa total de <i>Leucaena leucocephala</i> en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.	39
Anexo 4. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento de las hojas de <i>Leucaena leucocephala</i> en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.	39
Anexo 5. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento de biomasa comestible de <i>Leucaena leucocephala</i> en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.	39
Anexo 6. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento del tallo leñoso de <i>Leucaena leucocephala</i> en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.	40
Anexo 7. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento de la biomasa total <i>Leucaena leucocephala</i> en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.	40
Anexo 8. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la altura de las plantas de <i>Leucaena leucocephala</i> (m) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.	40
Anexo 9. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre el número de ramas de <i>Leucaena leucocephala</i> en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.	40
Anexo 10. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la digestibilidad de las hojas de <i>Leucaena leucocephala</i> (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.	40
Anexo 11. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la digestibilidad de los tallos tiernos de <i>Leucaena leucocephala</i> (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.	41
Anexo 12. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la proteína bruta de las hojas de <i>Leucaena leucocephala</i> (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.	41
Anexo 13. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la proteína de los tallos tiernos de <i>Leucaena leucocephala</i> (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.	41
Anexo 14. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la fibra bruta de las hojas de <i>Leucaena leucocephala</i> (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.	41
Anexo 15. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la fibra bruta de tallos tiernos de <i>Leucaena leucocephala</i> (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.	41
Anexo 16. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre el contenido de P en hojas de <i>Leucaena leucocephala</i> (tm de MS/ha) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.	42
Anexo 17. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre el contenido de P en tallos tiernos de <i>Leucaena leucocephala</i> (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.	42
Anexo 18. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre el contenido de Ca en hojas de <i>Leucaena leucocephala</i> (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.	42
Anexo 19. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre el contenido de Ca en tallos tiernos de <i>Leucaena leucocephala</i> (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.	42

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de las podas al final del período lluvioso, sobre la producción y la calidad de la biomasa de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham en los meses de sequía, se desarrollaron dos experimentos en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. Para este propósito se utilizó una plantación de *Leucaena* con más de cinco años de establecida sembrada a 0,60 m entre plantas y 3,0 m entre hileras.

En el experimento 1 los factores bajo estudio fueron dos meses de poda inicial al final del período lluvioso (noviembre y diciembre) y cuatro fechas de poda final en la época seca (febrero, marzo, abril y mayo). El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con un arreglo factorial 2^4 con cuatro repeticiones.

En el experimento 2 se evaluaron similares fechas de poda inicial que en el experimento 1 y dos momentos de poda en la sequía (febrero-abril vs. abril y marzo-mayo vs. mayo). El diseño experimental fue bloques al azar con arreglo factorial 2^2 con cuatro repeticiones.

Las podas se efectuaron a 0.45 m del suelo, no se fertilizó y sólo se realizó control manual de malezas en febrero. Las variables evaluadas para los componentes de la biomasa (hojas, tallo tierno, tallo leñoso) fueron producción de materia seca, tasa de crecimiento y proporciones de cada componente con respecto a la biomasa total. Se midió la producción de ramas y la altura de las plantas. A las fracciones comestibles de la biomasa se les determinó la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, el contenido de proteína bruta, de fósforo y de calcio así como de fibra bruta.

Los resultados del experimento 1 muestran que la producción de hojas se incrementó con motivo de la poda inicial de diciembre. Las podas realizadas en la sequía indican que la producción de hojas se incrementó de febrero a mayo detectándose diferencias significativas ($p < 0,05$) con respecto a febrero. La producción de tallos tiernos presentó, en la poda final de marzo, diferencias estadísticas ($p < 0,05$) con el resto. La producción de biomasa comestible mostró mayores valores al ser efectuada la poda inicial en diciembre. La producción de biomasa total también se incrementó hacia finales de la época de sequía, detectándose diferencias ($p < 0,05$) con febrero. Al prolongarse el intervalo entre defoliaciones ocurre una mayor formación de tallo leñoso, lo cual se refleja en un aumento de la altura de la planta.

Mientras más cerca de la época seca se efectúa la poda inicial, la producción de biomasa, en intervalos fijos de poda, y la tasa de crecimiento (rebrote) de la *Leucaena* aumentan. La DIVMS de las hojas y los tallos tiernos casi no tuvo variación entre los tratamientos estudiados y el mayor contenido de PB se presentó en mayo. Los rendimientos en PB total y MSD se incrementan a medida que transcurren los meses de sequía. El contenido de fibra bruta de los tallos tiernos fue el doble del de las hojas. No se encontraron diferencias en los contenidos de Ca y P.

En el experimento 2 las cantidades de biomasa comestible de la poda combinada de febrero y abril fue menor que la poda única de abril. En la comparación de la poda única de mayo vs. podar en marzo-mayo se observó que los rendimientos de hoja fueron superiores en el tratamiento marzo-mayo, alcanzando un valor de 1,67 tm de MS/ha sin diferir ($p < 0,05$) de la poda de mayo. Existe una clara tendencia a que se incremente la producción total de *Leucaena* al cortar las plantas en marzo y mayo con respecto a podar en mayo solamente. Las cantidades de PB total y de MSD fueron mayores en el tratamiento marzo-mayo.

Leucaena leucocephala demostró que, aún bajo condiciones de recursos ambientales escasos, es capaz de responder a las podas al final del período lluvioso produciendo apreciables cantidades de biomasa comestible durante el período de sequía en Cuba.

Palabras claves: *Leucaena leucocephala*, manejo de podas, producción de materia seca comestible, tasas de crecimiento, calidad nutritiva, contenido de minerales

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the effect of cutting's at the end of the rainy season, on the production and quality of the biomass of *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, during the dry season. To accomplish this objective, two experiments were developed in the Experimental Station of Grasses and Forages Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. For this purpose a plantation of *Leucaena*, with more than five years of establishment, was utilized and was planted as indicated: 0.60 m between plants and 3.0 m between arrays.

In the first experiment, the factors under study were two months of initial cutting at the end of the rainy season (November and December) and four months of final cutting in the dry season (February, March, April and May), the experimental design utilized was randomized block design with an arrangement 2^4 with four repetitions.

The second experiment was evaluated using similar initial cutting dates like in the first experiment. Two strategies of cutting's were established in the dry season (February-April vs. April and March-May vs. May). The experimental design utilized was randomized block design with an arrangement 2^2 with four repetitions.

Cuttings were done at 0.45 m of height, which was not fertilized and the weed control was carried out manually, in February. The variables evaluated for the components of the biomass (leave, edible stem, woody stem) were dry matter production, growing rate and proportions of biomass components. Branches production and height of plants were measured. Edible forage determined digestibility *in vitro* of the dry matter, content of crude protein, phosphorus and calcium as well as crude fiber.

The results, of the first experiment, showed that leaf production increased with respect to the initial cut in December. Cuttings carried out in the dry season indicated that leaf production incremented from February to May, detecting significant differences ($p < 0.05$) with respect to the leaf production in February. Edible stem yields of March presented statistical differences ($p < 0.05$) in comparison with the others. Edible biomass yield was higher in the initial cutting of December. Total dry matter of *Leucaena* also incremented at the end of the dry season, detecting differences ($p < 0.05$) only in February. Longer cutting intervals results in a greater formation of woody stem, which is reflected in an increase of the height of plants. When initial defoliation was done close to the dry season (December), biomass production in fix cutting intervals (90, 120 and 150 days) and growing rate (regrowth) increase. The IVDDM of the leaves and the edible stem did not have variation between the treatments that were studied and the greater content of CP was presented in May. Yields in total CP and dry matter digestibility were incremented in similar forms during the months in the dry season. The content of crude fiber in the edible stem was twice the amount as in the leaves. No differences was found in the contents of Ca and P.

In the second experiment, the yields in edible biomass, of the strategy of cutting's of February-April, was less than the cutting's in April.

In the comparison of cutting's in May versus the strategy of cutting's of March-May, one can observe that the leaf yields were superiors in March-May, reaching 1.67 tm of DM/hectare without significant differences ($p < 0.05$) with cutting's in May. When the plants were cut in March-May, a tendency existed to increased the total yields of *Leucaena* with respect to May. The quantities of total CP and dry digestible matter were greater in the treatment March-May.

Leucaena leucocephala demonstrated that, under conditions of scarce environmental resources, it is capable of responding to the cutting's at the end of the rainy period producing adequate quantities of edible biomass during the dry season in Cuba.

Keys words: *Leucaena leucocephala*, management of cutting, dry matter production, growing rate, nutritive value, content of minerals

1. INTRODUCCIÓN

Gran parte de las áreas ganaderas en el trópico se encuentran erosionadas y con una elevada proporción de gramíneas nativas y otras especies de bajo valor nutritivo para la alimentación animal. En la mayoría de estas áreas se han eliminado los árboles, lo cual provoca un mayor efecto de las altas temperaturas y la radiación solar sobre las actividades de producción animal así como efectos nocivos sobre el medio ambiente.

Las leguminosas arbóreas, juegan un papel importante en las estrategias de producción pecuaria que se impulsan en las regiones tropicales, esto se debe, entre otras cosas, a que además de su buena persistencia, se pueden utilizar para proveer alimentos de alta calidad para el ganado, su biomasa aérea es rica en nutrientes para los cultivos, fijan nitrógeno atmosférico, producen leña y madera, mejoran el microambiente, estabilizan los ecosistemas y contribuyen a la alimentación humana.

Su importancia se acrecienta en aquellas zonas donde la existencia de climas con una estación seca marcada afecta la producción de gramíneas en este período y donde las tecnologías de conservación de las mismas no se ha reflejado en un incremento de la producción animal. El valor de numerosas plantas leñosas ha sido resaltado por diferentes autores (Benavides, 1994; Gutteridge y Shelton, 1994a), debido a su elevado valor nutricional, a su mayor capacidad para producir en condiciones limitantes para las gramíneas, por el papel benéfico que pueden jugar en los ecosistemas frágiles del trópico y en el caso de Mesoamérica, por estar más adecuadas a la vocación natural de la tierra.

Dentro de las estrategias empleadas para usar racionalmente el follaje de los árboles en zonas con sequías estacionales, se plantea el manejo de podas al final del período lluvioso, ya que esta práctica detiene el período de floración y estimula el crecimiento vegetativo, a lo largo de la estación seca (Simmonds, 1951). En zonas secas de República Dominicana, Hernández (1988) evaluó el efecto de las podas de Piñón cubano (*Gliricidia sepium*) al final de la época lluviosa sobre la producción de biomasa en el período de sequía; determinando que la poda en los meses de octubre, noviembre y diciembre además de detener la floración, estimula rendimientos elevados y crecientes de biomasa durante los meses de menor precipitación en el verano (febrero, marzo, abril).

En este contexto, los árboles leguminosos por su capacidad de tolerar diferentes técnicas de manejo y por su adaptabilidad a condiciones adversas, pueden convertirse en una opción adecuada en la producción ganadera, en armonía con los recursos naturales. Para alcanzar este objetivo es necesario realizar investigaciones con árboles leguminosos, en diversas condiciones de suelo y clima así como utilizando diferentes alternativas de manejo agronómico, que contribuyan a su empleo en los sistemas de producción animal en los trópicos.

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

2.1. Objetivo general

- ⊕ Determinar la posibilidad de producir adecuadas cantidades de forraje durante la época de sequía aplicando tecnologías de poda que estimulen la producción vegetativa de leguminosas arbóreas.

2.2. Objetivo específico

- ✦ Evaluar el efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la producción y la calidad de la biomasa de *Leucaena leucocephala* en la época de sequía.

3. HIPÓTESIS DE TRABAJO

- ✦ La producción y calidad de la biomasa de *Leucaena* en la época de sequía es afectada cuando la planta se poda en los meses finales del período lluvioso.
- ✦ La producción y la calidad de la biomasa de *Leucaena* es afectada al podarla durante la época de sequía.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Características de la especie en estudio

4.1.1 *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

4.1.1.1 Descripción botánica, variación genética, origen, distribución y ecología

Botánicamente *L. leucocephala* pertenece a la familia Mimosaceae, sub-familia Mimosoidae.

Sinónimos: *Leucaena glauca* (L.) Benth.; *Mimosa glauca* L.; *Acacia glauca* (L.) Moench; *Mimosa leucocephala*, Lam.

Nombres comunes: "Koa haole" (Hawái); "Leucaena" (Australia); "ipil-ipil" (Filipinas); acacia bella rosa (Colombia); aroma blanca (Cuba); hediondilla (Puerto Rico). Un destacado cruce de la variedad Guatemala x la variedad Perú produjo, en su octava generación una línea de hábito ramificado, con rendimientos más altos que el cv. Perú, particularmente en la época seca. A esta línea se le denominó "línea 3" y posteriormente se registró como cv. Cunningham (Hutton y Bettie, 1976). Se introdujo en Cuba en 1977, mostrando experimentalmente relevantes características (Machado *et al.*, 1978).

L. leucocephala es un árbol leguminoso originario de Centro América y de la Península de Yucatán en México, naturalizándose en la mayor parte de los países tropicales (Shelton *et al.*, 1994). Se localiza alrededor de 30° Norte y Sur del Ecuador (Skerman *et al.*, 1991) y es raramente encontrada en zonas que excedan los 500 m de altitud (NAS, 1977), aunque se ha reportado creciendo con buen vigor hasta los 1350 m (Suttie, 1968). Requiere 750 mm o más de precipitación anual y persiste bien en períodos secos prolongados (Skerman *et al.*, 1991). No es muy específica en sus necesidades de suelo, pero prospera en suelos profundos latosólicos rojos y no tolera bajos pH (Dijkman, 1950).

La *Leucaena* es un árbol pequeño con hojas bipinnadas, pinnas en cuatro a nueve parejas sobre un raquis de 15 a 20 cm de largo; las pinnas hasta de 10 cm de largo; 11 a 17 pares de folíolos, oblongo lanceolados de 2 a 3.5 mm de ancho, 7 a 10 mm de largo. Inflorescencia capitada o globular, solitaria, axilar, con pedúnculos hasta de 5 cm de largo y con múltiples flores densamente dispuestas. Flores blancas y vainas delgadas y planas, hasta de 20 cm de largo y 2 cm de ancho, acuminadas. Semillas elípticas comprimidas y pardas (Barnard, 1967 citado por Skerman *et al.*, 1991). Tiene un sistema radicular muy profundo con raíces laterales que crecen hacia abajo en ángulo agudo con la raíz primaria. Las raíces alcanzan los 2 m en un año y 5 m a los cinco años (Dijkman, 1950).

4.1.1.2 Usos generales y rendimiento

Es la leguminosa arbórea de uso múltiple más cultivada en los trópicos (Brewbaker, 1986) ya que se utiliza como forraje, abono verde, leña, madera, sombra para animales y plantas, protección de suelos y sus vainas son empleadas en la alimentación humana.

La producción de materia seca de la *Leucaena* varía con la fertilidad del suelo y las lluvias. Los rendimientos de biomasa comestible varían entre 3 y 30 ton de MS/ha/año lo cual está en dependencia de las condiciones edafoclimáticas, del sistema de siembra y del objetivo de la plantación. En los suelos profundos que reciben más de 1 500 mm de lluvia bien distribuidos, se obtienen los mayores rendimientos. La producción en los subtrópicos, donde las bajas temperaturas reducen el crecimiento, puede variar entre 1.5 y 10 t de material comestible/ha/año (Brewbaker *et al.*, 1985).

En producción animal los intervalos de corte o pastoreo óptimos para promover altos rendimientos, varían con los factores ambientales. En general, intervalos más largos entre defoliaciones incrementan el rendimiento total; no obstante, la alta proporción de material leñoso o no comestible también puede conducir a una disminución en la calidad del forraje. En sitios muy productivos los intervalos entre cortes pueden ser de 6-8 semanas y de 12 semanas en las zonas menos productivas (Shelton y Brewbaker, 1994).

La fertilización de mantenimiento raramente es aplicada en plantaciones adultas de *Leucaena* aunque las deficiencias de nutrimentos pueden limitar su crecimiento. Plantaciones de *Leucaena* del noroeste de Brisbane, donde los suelos eran deficientes en azufre, persistieron y fueron usadas exitosamente en la engorda de novillos (Jones, 1979).

4.1.1.3 Algunas características fisiológicas de las plantas

Aunque aparece muy poca información en la literatura con respecto a la fotosensitividad de la *Leucaena*, por las observaciones realizadas parece que es una planta de día corto (días cortos se consideran

aproximadamente 11 horas luz a una latitud de 15°). Las variedades del tipo Hawaiano parecen ser menos sensitivas al fotoperíodo que las de tipo Perú o tipo Salvador, esta última tiene períodos de florecimiento restringidos (Pound y Martínez-Cairo, 1985)

De acuerdo con Brewbaker (1975), citado por Pound y Martínez-Cairo (1985) las variedades gigante Hawaiano, tienden a florecer una vez al año solamente (en la primavera) en Hawaiki, mientras que las selecciones locales florecen siempre que la humedad lo permite. En Malawi, Savory y Thomas (1977) observaron que el cv. Perú florece en abril/mayo y de nuevo en octubre/noviembre, mientras que los cultivares Cunningham y K8 son de florecimiento tardío. En la República Dominicana se ha observado el florecimiento de las variedades locales por un período que se extiende de septiembre a marzo; mientras que las variedades mejoradas florecen en diciembre y enero (Pound y Martínez-Cairo, 1985). Por su parte Gutteridge y Stür (1994) afirman que la *Leucaena* puede florecer en cualquier momento del año (siempre y cuando las condiciones para su crecimiento sean favorables) pero la floración puede estimularse bajo condiciones de estrés de humedad y por la ocurrencia de días cortos en las regiones subtropicales.

Existe poca información sobre el momento en que ocurre pérdida parcial o total de hojas en *Leucaena* e incluso sobre si esta planta mantiene sus hojas durante todo el año, pierde una parte de estas o si llega a perder todas sus hojas. Aparentemente en Cuba, se produce caída de las hojas en el período seco¹, mientras que Skerman *et al.* (1991) informaron que en Hawaiki la *Leucaena* también se defolia durante la misma estación.

4.1.1.4 Manejo de la *Leucaena* para la producción de forraje

La *Leucaena* ha sido ampliamente estudiada y evaluada en sistemas de producción animal con diversas especies (monogástricos y rumiantes), ya sea en corte y acarreo en bancos de proteína o en pastoreo directo de los árboles en los potreros. Su rendimiento tanto en pastoreo como en corte es alto y existe consenso en que puede variar entre 6 y 18 t de MS comestible/ha/año (Blom, 1980), dependiendo de las condiciones edafoclimáticas específicas de cada lugar, de las variedades usadas y del manejo a que son sometidas (Machado *et al.*, 1978).

El forraje de *Leucaena* es conocido por sus altos valores nutricionales que son similares a la alfalfa (NAS, 1977), siendo bajo en sodio e iodo, pero es alto en beta-caroteno. Los taninos en las hojas y especialmente en los tallos reducen la digestibilidad de la materia seca y la proteína y mejoran el valor de la proteína pasante (Shelton y Brewbaker, 1994).

Los valores de digestibilidad y el consumo varía desde 50 hasta 71 % y desde 58 hasta 85 g/kg^{0.75}, respectivamente (Jones, 1979). Los menores valores sugeridos por Jones (1979) están asociados con la presencia de un amino-ácido no proteico (mimosina) (Hegarty *et al.*, 1964) cuando los animales consumían *Leucaena* como dieta única.

Se han reportados buenos resultados en producción animal, al utilizar *Leucaena* como alimento suplementario a dietas de baja calidad (cuadro 1), observándose, en varios casos, que a partir del 60% de *Leucaena* en la ración ocurren efectos negativos sobre el consumo y las ganancias de peso. Jones y Jones (1984) en el sureste de Queensland y en un pastizal de *Leucaena*/Setaria señalan ganancias entre 310 y 430 kg de peso vivo/hectárea, aproximadamente dos veces lo obtenido con *Macroptilium atropurpureum* en similares condiciones. Davison (1987) en pastizales de *Leucaena*/Pangola (*Digitaria decumbens*) en suelos aluviales con riego alcanzó ganancias de hasta 1422 kg/ha/año con una carga de 6 añejos/ha.

Todos estos resultados son mayores que los alcanzados en otras asociaciones de leguminosas rastreras y se espera que sean más estables a lo largo del tiempo. Plantaciones de *Leucaena* de la Estación Samford de la CSIRO, Australia, han sido pastoreadas por más de 25-30 años y continúan creciendo vigorosamente (Shelton y Brewbaker, 1994). El promedio de vida de la planta es de 50 años (Jones y Carter, 1989), longevidad que no tienen las leguminosas herbáceas.

¹ Célido Matías (comunicación personal).

Cuadro 1. Efecto de los niveles crecientes de forraje de *Leucaena leucocephala* como suplemento en la productividad de bovinos, carneros y cabras¹.

Especies de animales	Dieta basal	Nivel de suplementación de la dieta en MS, %	Consumo voluntario (g/kg de MS/día)	Digestibilidad de la MS (%)	Cambios de peso (g/animal/día)	Referencias ²
Bovinos	pasto natural	0	20.2	42.0	-20	1
		20	26.1	44.0	290	
		40	28.8	46.0	540	
		60	28.8	44.0	590	
		100	22.0	51.0	310	
Carneros	heno pobre	0			-9	2
		15			15	
		27			37	
		45			53	
		59			65	
Cabras	restos de maíz	0	10.3	46.0		3
		35	15.8	51.0		
		51	20.8	48.0		
		59	21.5	54.0		
Cabras	paja de trigo	0	17.9	48.4	51	4
		33	29.5	60.5	71	
		65	30.9	57.2	66	
		100	27.0	62.1	46	

1/Adaptado de Norton (1994a).

2/Referencias: 1. Wahyuni *et al.* (1982) (Indonesia); 2. ILCA (1987) (Etiopía); 3. Banda y Ayoade (1986) (Malawi); 4. Norton *et al.* (1992) (Australia).

4.1.1.5 Toxicidad

El follaje de *Leucaena* posee un aminoácido no proteico tóxico llamado mimosina, que se encuentra en altas concentraciones en las puntas de los tallos jóvenes en crecimiento (8-12%), en las hojas jóvenes (4-6%) y en las legumbres y semillas jóvenes (Jones, 1979). Este aminoácido puede ser altamente tóxico en los animales no rumiantes ya que interfiere la mitosis celular, provocando síntomas como alopecia, reducción del apetito, disminución en las ganancias de peso e incluso la muerte (Norton, 1994b).

En áreas donde la especie es nativa (América Central) y en partes de Asia, los rumiantes que la consumen son capaces, por adaptación, de degradar el metabolito ruminal de la mimosina, DHP-(3 hidrox-4-(1H)-piridona), a productos finales menos nocivos (Jones y Lowry, 1984). Esta capacidad es asociada con la existencia en el rumen de una bacteria específica. En aquellas regiones donde la *Leucaena* ha sido introducida en la alimentación de rumiantes sin una previa adaptación, han sido observados síntomas de toxicidad como alopecia, excesiva salivación, pérdida de coordinación, engrandecimiento de las glándulas tiroides (suero bajo en tiroxina) y reducción de la fertilidad (Jones, 1979).

La toxicidad en rumiantes es causada por el DHP, el cual es un potente goitrógeno (sustancia que induce la formación de bocio) (Hegarty *et al.*, 1979). No obstante, esto solamente sucede cuando la *Leucaena* representa una alta proporción de la dieta animal (>30%) (Shelton y Brewbaker, 1994).

4.2 Estrategias de alimentación animal en regiones con períodos secos prolongados

En países como Cuba y otras islas del Caribe, la existencia de dos períodos con diferentes niveles de precipitación: uno lluvioso y otro seco, afecta directamente la calidad del pasto (Pérez-Infante, 1986). García-Trujillo (1977) plantea que “durante el período de seca el crecimiento disminuye y las partes aéreas de las plantas tienden a desecarse y se convierten en poco palatables”.

Ante esta situación se hace necesario buscar alternativas alimenticias para alimentar los animales en los períodos de penuria nutricional. Al respecto Preston y Leng (1990) consideran que, cuando las sequías son estacionales u ocurren cada dos años, se puede tener en cuenta la utilización de un área de pasto excluida del sistema normal de pastoreo durante las lluvias; así como el uso de residuos de cosechas y subproductos que

han sido almacenados para tales eventualidades tales como bagazo, cogollo, miel final y residuos fibrosos de campo procedentes de los ingenios azucareros, heno y ensilaje preparados durante la época de abundancia de pasto.

Estos autores consideran que la naturaleza física y química de los alimentos antes citados no ofrece los nutrientes suficientes para una adecuada fermentación ruminal y para lograr altos niveles de productividad, siendo la proteína uno de los nutrimentos más necesarios para equilibrar estos alimentos en rumiantes. Las tortas de oleaginosas son escogidas como primera opción siempre y cuando se encuentren disponibles. Sin embargo, las cantidades son limitadas y a menudo la presión para exportarlas, con el fin de ganar divisas, hacen difícil su utilización. Por lo tanto, una estrategia para producir suplementos proteicos a nivel de la finca tiene muchas ventajas.

Las leguminosas (con énfasis en las leñosas) proporcionan follaje rico en nutrientes esenciales a nivel tanto ruminal (el nitrógeno, los micronutrientes y la celulosa/hemicelulosa fácilmente fermentable) como post-ruminal (proteína sobrepasante) y su selección debe determinarse en términos de su capacidad para proveer estos factores. No obstante en muchas leguminosas es necesario averiguar la posible presencia de compuestos fenólicos y otras sustancias químicas que puedan afectar la disponibilidad de tales nutrientes. Sin embargo, el papel de las leguminosas es el de complementar los nutrientes que faltan en la dieta básica por lo que su contribución nunca excedería el 30 % de la dieta total (Preston y Leng, 1990) lo que disminuye el impacto negativo de estos compuestos.

4.3 El uso de árboles y arbustos leguminosos en la producción pecuaria

Hasta hace muy poco tiempo los árboles leguminosos fueron desestimados por los investigadores debido a que su utilización y manejo se limitaba a las disciplinas forestales y de agronomía de pasturas. En la actualidad, el interés de los investigadores se incrementó debido a sus múltiples usos y a otras características que las distinguen de las leguminosas herbáceas (Gutteridge y Shelton, 1994b).

Las características nutricionales y de producción de biomasa de muchas especies leñosas pueden permitir su integración ventajosa en los sistemas de producción animal. En la ganadería estas especies, pueden contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales y a satisfacer la demanda de alimento en la época de sequía. Por otro lado, gracias a un sistema radicular más desarrollado que el de las forrajeras de piso, estas plantas podrían constituir un medio para promover el movimiento de nutrientes desde las capas inferiores del suelo a las capas superiores y a disminuir la pérdida de suelo por erosión (Araya *et al.*, 1994).

Las hojas, tallos tiernos y legumbres forman parte de la dieta de muchas especies de rumiantes y han sido usados tradicionalmente como fuente de forraje de los animales domésticos en Asia, África y el Pacífico (Skerman, 1977). Aunque no todos los árboles forrajeros son leguminosos se reporta que existen más de 200 especies usadas como forraje, cuyo origen puede ser de las regiones tropicales o subtropicales (Brewbaker, 1986).

El valor forrajero de los árboles leguminosos como alimento está determinado por su habilidad para proveer los nutrientes requeridos por los animales para su mantenimiento, crecimiento y reproducción. Muchas especies han sido más usadas para alimentar rumiantes, aunque existen algunos estudios de su inclusión en dietas de no rumiantes (cerdos y aves). Las hojas, tallos comestibles y las frutas pueden ser usadas como alimentos únicos o como suplementos a las dietas basales. En algunas especies, la mayor limitante para el uso de uno o más de los componentes citados es la presencia de toxinas y de factores antinutricionales (Norton, 1994c).

4.3.1 Los árboles leguminosos en sistemas de corte y acarreo

Los árboles leguminosos son frecuentemente plantados para ser usados como forraje tanto en sistemas extensivos de pastoreo, como en asociación con otros cultivos. En muchas de las áreas agrícolas más intensivas de Asia y África, donde la ganadería se basa en la posesión de pocos animales por pequeños propietarios, los árboles leguminosos son sembrados como bancos de proteína en tierras en desuso. Estas áreas son cosechadas bajo sistemas de "corte y acarreo" y son la principal fuente de proteína de alta calidad usada para suplementar los forrajes de baja calidad, como los residuos de cosecha (Gutteridge y Shelton, 1994b).

La especie de árbol leguminoso más estudiada por su valor nutricional y su capacidad de producción de biomasa en climas con dos estaciones de lluvia es la *Leucaena* (Shelton y Brewbaker, 1994). En muchos trabajos se ha concluido que esta planta no debe suministrarse al ganado como única dieta sino como un componente suplementario de la misma. Suministrar *Leucaena* en una alta proporción de la dieta puede ser un desperdicio de nutrientes y nocivo para la salud de los animales (Pound y Martínez-Cairo, 1985). Cuando se le

suministra a rumiantes que consumen dietas de pobre calidad, como paja de caña o caña de azúcar picada, cantidades relativamente bajas de forraje verde de leguminosa pueden estimular la actividad del rumen y aumentar el consumo (Preston y Leng, 1990).

En Batangas, Filipinas, un área de dos hectáreas de *L. leucocephala* cultivada en asociación con el árbol frutal *Anona squamosa* suministró los requerimientos de forraje para 20 cabezas de ganado en crecimiento por un período de más de seis meses (Moog, 1985). En Ibadan, Nigeria, Reynolods y Atta-Krah (1986) sugirieron que el follaje sobrante producido en un año en una hectárea de *L. leucocephala* y *G. sepium*, plantadas a intervalos de 4 m en un sistema de cultivo en callejón podría usarse como suplemento para proporcionar la mitad de los requerimientos diarios de forraje para alimentar 29 cabras.

La mayoría de los árboles leguminosos utilizados en la producción de forraje son caducifolios y por tal motivo al final de la época lluviosa o al inicio del período seco pierden sus hojas (Borel, 1994). Para garantizar que se produzca forraje en el período seco es necesario efectuar podas estratégicas al final del período lluvioso para evitar la caída de las hojas (Beer, 1989).

4.4 Efecto de la defoliación sobre los árboles y arbustos leguminosos

4.4.1 Defoliación y crecimiento

El corte o el ramoneo de la biomasa aérea de los árboles y arbustos presentes en sistemas silvopastoriles proporciona parte de los alimentos a los animales que allí se desarrollan, es por ello que un adecuado conocimiento de su manejo es fundamental para lograr mayores niveles y mayor estabilidad de la producción de su biomasa.

La defoliación se describe en términos de frecuencia e intensidad. La frecuencia se define como el intervalo entre cortes, mientras que la intensidad se refiere a la proporción de tallos y hojas remanentes después de la defoliación. Esta defoliación puede ser de todo el material vegetal a una cierta altura, o cuando ocurren defoliaciones menos severas, de solamente las hojas o algunos tallos de la planta. Hay interacción entre frecuencia e intensidad de defoliación, a mayor intensidad de defoliación se requerirá más tiempo para que los árboles se recuperen. Contrariamente, en sistemas de defoliación menos severos, los árboles pueden ser cosechados con más frecuencia.

Los efectos de la defoliación sobre los rendimientos en hojas, tallos tiernos y los tallos leñosos de árboles de porte mediano como *Leucaena* son representados por Stür *et al.* (1994) en una curva sigmoidal de crecimiento de tres etapas. La primera ocurre después del corte (0-4 semanas) y se caracteriza por un rebrote lento debido a la poca cantidad de área foliar. Esta es seguida por un período de máxima productividad (4-10 semanas) donde la producción de hojas aumenta marcadamente. En la fase final (10-24 semanas) se produce una alta interceptación de luz y las hojas viejas comienzan a caer. Durante la tercera fase de crecimiento, los árboles presentan incrementos de altura y aumentan la producción de biomasa leñosa, mientras que la cantidad de hojas permanece estable o con pequeños incrementos (Stür *et al.*, 1994).

4.4.2 Tolerancia a la defoliación

Existen diferencias entre las especies de árboles leguminosos en lo relacionado a su resistencia a la defoliación. *Sesbania grandiflora*, por ejemplo, no tolera cortes repetidos en el tallo principal a ciertas alturas (Horne *et al.*, 1986). En otros árboles leguminosos como *Paraseranthes falcata* y *Acacia cunninghamii*, ocurre lo mismo (Gutteridge, 1990) pero no hay investigaciones que expliquen claramente esta situación. De observaciones prácticas se deduce que en *S. grandiflora* no se presentan tallos cercanos al suelo y cuando se corta no rebrota profusamente. Esto indica pérdida de yemas en el tallo principal (Stür *et al.*, 1994).

Con relación al comportamiento en el período seco de la *Leucaena*, Hernández *et al.* (1987) plantean que la capacidad de esta planta para rebrotar con vigor después de la poda en plena sequía, es un reflejo de un profundo sistema radicular y de una gran cantidad de reservas de la planta.

4.4.3 Intensidad de la defoliación

Usualmente, el forraje de los árboles es cortado a una altura fija lo que provoca defoliaciones muy severas. En estos casos la fase de producción máxima se retarda, siendo necesario que las plantas utilicen los carbohidratos de reserva para emitir nuevas hojas y así formar un área foliar capaz de alcanzar esta fase (Stür *et al.*, 1994).

Los primeros estudios reportados sobre el manejo de cortes en *Leucaena* (Takahashi y Ripperton, 1949) comparaban la producción a tres alturas de corte (5, 38, 76 cm) obteniéndose mayores rendimientos con la

altura de corte más baja. Ferraris (1979) no encontró diferencias entre cortar a 10 o 30 cm. Igualmente Pathak *et al.* (1980) alcanzaron pequeñas diferencias en los rendimientos de *Leucaena* cuando cortaron a 10, 20 o 30 cm, posiblemente porque las diferencias entre las alturas eran pequeñas.

Por el contrario, muchos investigadores han encontrado que alturas de corte superiores estimulaban mejores rendimientos que las bajas. Herrera (1967), Pathak *et al.* (1980), Pérez y Meléndez (1980) encontraron que la mejor altura de corte para la producción de *Leucaena* fue a 75 cm del suelo (que fue la mayor altura en estudio) lo que hizo pensar que si en sus experimentos se hubieran estudiado alturas de corte mayores, se podrían alcanzar mejores resultados (Ella *et al.*, 1986).

Krishnamurthy y Munegowda (1982, a y b) compararon, en dos experimentos, diferentes alturas de corte obteniendo que la altura mayor (150 cm) produjo los mejores rendimientos. Isarasenee *et al.* (1985) informaron que los mejores rendimientos de *Leucaena* se alcanzaron con cortes a 120 cm y sugieren que los rebrotes primarios de hojas utilizaban más los carbohidratos de reserva del tallo remanente que los provenientes de la fotosíntesis. Sin embargo, Jama y Nair (1989) al estudiar un amplio rango de alturas de corte (30, 60 y 90 cm) no hallaron diferencias entre los rendimientos.

Los resultados de los estudios sobre intensidad de defoliación son contradictorios y en ausencia de información detallada sobre los efectos subsecuentes de dicha práctica, sólo comentarios especulativos pueden ser realizados; pero es probable que sistemas de defoliación menos severos, donde se deje un área foliar remanente, conlleven a una fase menor de recuperación para la planta ya que el crecimiento es apoyado por la fotosíntesis producida en el área foliar dejada (Mochiutti, 1995). Desafortunadamente, no se han publicado estudios que comparen la importancia relativa de las yemas del meristemo, los carbohidratos y otras reservas de las plantas con el área foliar residual después de la defoliación de árboles forrajeros (Stür *et al.*, 1994).

4.4.4 Intervalo entre cortes

En los experimentos donde se ha estudiado la influencia del intervalo entre cortes sobre la producción de biomasa total, hay coincidencia en que el aumento del intervalo entre cortes produce un incremento del rendimiento de biomasa total de *Leucaena* y que este mayor rendimiento, se atribuye a una mayor cantidad de tallos leñosos (Horne *et al.*, 1986). Ozman (1981) comparó intervalos de 30, 60, 90, 120 días y concluyó que a los 90 días se alcanzaban los rendimientos óptimos. Guevarra *et al.*, (1978) obtuvieron que la fracción comestible de *Leucaena* varía desde 60 % a los 110 días hasta 81 % a los 70 días. Otros ejemplos de la proporción de hojas a diferentes intervalos de corte son : Ferraris (1979), 31 % a los 120 días y 54 % a los 60 días; Topark-Ngarm (1983), 60 % a los 60 días vs 69 % a los 40 días. Aparentemente cortes menos frecuentes resultan en mayores cantidades de biomasa seca total y reduce la relación hoja:tallo.

Los resultados de los estudios sobre la influencia de la frecuencia de corte en la producción de hojas o forraje comestible de *Leucaena* son poco consistentes. Pathak *et al.* (1980) encontraron que con cortos intervalos entre cortes (40 días) se produjeron los mejores rendimientos. Das y Dalvi (1981) también obtuvieron que los intervalos cortos de corte (60 días) estimularon mayores rendimientos de hojas. Al contrario, Semali *et al.* (1983) obtuvieron los mayores rendimientos de hojas con los cortes menos frecuentes (110 días) y Topark-Ngarm (1983) reportan que los rendimientos de hojas fueron superiores con frecuencias de 60 días que con 40 días.

Es difícil prefijar cual es el intervalo óptimo para podar árboles forrajeros y para alcanzar los mayores rendimientos de biomasa comestible. Stür *et al.* (1994) plantean que comparando los cambios en la tasa de producción semanal con los cambios en la media de producción semanal, es posible determinar el mejor intervalo de corte para maximizar la producción de material comestible. La mayor media de producción semanal ocurre cuando la tasa de producción semanal ya presentó su punto máximo y está en decrecimiento. Esto significa que la producción de material comestible puede ser maximizada por intervalos de corte entre el punto máximo de la tasa de producción y el punto máximo de la media de producción semanal. Lo anterior se patentiza en un estudio desarrollado por los citados autores, donde encontraron que este intervalo está entre 8,5 y 11,5 semanas, con una producción de material comestible equivalente al 50-60 % de la biomasa total.

Sin embargo, estos criterios tampoco están claramente definidos. Blair *et al.* (1990) consideran que el estadio ideal para cosechar el follaje de especies arbóreas es después que la planta ha alcanzado el índice de área foliar máximo, pero antes de empezar la pérdida de las hojas sombreadas. Por su parte, Stür *et al.* (1994) informan que el rango de los intervalos de defoliación para maximizar la producción de árboles forrajeros como *L. leucocephala* y *Calliandra calothyrsus*, en el trópico húmedo, aparentemente está entre los 2-4 meses, pero este período es mayor para las regiones con períodos secos prolongados (Gutteridge y MacArthur, 1988).

Otro factor a considerar en los intervalos de poda es la calidad del material podado. El forraje de cortes menos frecuentes tendrá una mayor proporción de hojas viejas con menor valor nutritivo (Takahashi y

Ripperton 1949). Semali *et al.* (1983) consideran que los niveles de calcio, fósforo y proteína cruda disminuyeron cuando el intervalo entre cortes fue de más de 60 días.

4.4.5 Tamaño de los árboles y momento de la defoliación

Es una práctica generalizada, dejar que los árboles alcancen una altura de al menos 1-1,5 m antes de ser cortados. El período necesario para alcanzar esta altura es mayor de un año en muchos casos. Los beneficios de un largo período de establecimiento fueron demostrados por Ella *et al.* (1991). Ellos definieron que la edad de los árboles leguminosos al primer corte estaba positivamente relacionada con los rendimientos de los cortes subsecuentes. El efecto positivo de un largo período de establecimiento fue más pronunciado para *Leucaena* y *G. sepium* que para *C. calothyrsus*. Los árboles viejos rindieron más que los jóvenes en el primer corte y el incremento de su crecimiento estuvo relacionado con sus mayores reservas de carbohidratos en sus troncos y presumiblemente con el profuso sistema radical de los árboles viejos.

El corte del forraje en diferentes estaciones del año (período seco vs. lluvioso) y a diferentes estadios de su desarrollo (floración vs. vegetativo) puede también influir en los posteriores rebrotes pero poco ha sido publicado al respecto. Se especula que los cortes al inicio de los períodos secos o durante dichos períodos puede provocar un agotamiento de las reservas y por tanto el crecimiento así como el reemplazo de reservas se puede restringir por efecto de la disponibilidad de agua (Stür *et al.*, 1994).

Sin embargo, se reconoce que los árboles leguminosos usualmente poseen raíces profundas y tienen acceso a la humedad en las capas profundas del suelo. Estos árboles también poseen grandes cantidades de reserva en sus tallos y raíces, que no son fácilmente agotados y ello los convierte en alternativas para la alimentación animal en regiones con períodos secos (Stür *et al.*, 1994). En este sentido, Keens-Dumas (1983) informa que la productividad de forraje de *Leucaena* se puede incrementar efectuando podas en los meses finales de lluvia, pues de ese modo se logra retener las hojas a lo largo de la estación seca. La ocurrencia de la floración, y la posterior producción de semillas, probablemente restringe la acumulación de carbohidratos en las raíces y los tallos e influye en el crecimiento vegetativo (Guevarra *et al.* 1978).

Similares resultados han sido obtenidos en otras especies de árboles leguminosos. Sumberg (1985) reporta que en tierras bajas de Costa Rica árboles podados en agosto y octubre lograron reponer del 75 % de sus hojas en el período de sequía; mientras que Hernández y Benavides (1994) encontraron que las podas al final de la época lluviosa impiden la floración de los árboles de *Gliricidia sepium* y permiten disponer de forraje en los meses de penuria nutricional.

4.4.6 Densidad de árboles

Algunos autores han estudiado el efecto de la densidad sobre los rendimientos de *Leucaena*. Savory *et al.* (1980) bajo tres densidades de plantación (6, 3 y 1 árbol/m²) y tres frecuencias de corte (60, 90 y 120 días), no detectaron efecto de la frecuencia sobre el rendimiento total de materia seca, pero la mayor producción ocurrió en las plantaciones más densas (8.2 tm de MS/ha/año). Castillo *et al.* (1979) citados por Blair *et al.* (1990) emplearon cuatro densidades de siembra (0.5, 0.6 y 1.0 árbol/m²) y cortes cada 60 días a 30 cm de altura y obtuvieron los mayores rendimientos en las dos densidades más altas (28.7 tm de MS/ha/año). Pathak *et al.* (1980) informaron rendimientos de hojas de *Leucaena* (5.4 tm de MS/ha/año) a densidades de 4 árboles/m² superiores a los obtenidos con 1.5 árboles/m² cortados cada 40 días a 30 cm de altura.

Existe interacción entre las densidades de siembra y la frecuencia de poda (Horne *et al.*, 1986). Hipotéticamente los árboles deben ser cosechados cuando el dosel arbóreo se cierra y la biomasa aérea ha alcanzado el índice de área foliar mayor, justamente antes de la caída de las hojas más bajas de la canopia, debido a la sombra. Pero sucede que en árboles sembrados a mayores densidades el cierre de sus copas se debe alcanzar antes de los sembrados a bajas densidades. En este caso, para maximizar la producción de biomasa comestible, las plantas sembradas densamente requieren intervalos entre cortes más cortos que aquellas sembradas a bajas densidades (Horne *et al.*, 1986).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización y características generales del área experimental

Los estudios se efectuaron en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, provincia de Matanzas, Cuba, figura 1, entre noviembre de 1995 y mayo de 1996. Las coordenadas geográficas del lugar son 20° 50' de latitud Norte y 79° 32' de longitud Oeste, con una altitud de 60 msnm.

5.1.1 Clima

El clima en Cuba se caracteriza por dos períodos anuales bien definidos; uno lluvioso (mayo -octubre) donde cae el 70-80% de las lluvias (960 mm) y otro seco de noviembre a abril (240 mm); para una precipitación promedio anual de 1 200 mm. La temperatura promedio es de 23,1°C con una humedad relativa de 60-70% durante el día y 80-90% en la noche.

Algunos de los indicadores más importantes de las condiciones climatológicas que prevalecieron en el área de estudio se muestran en el cuadro 2. Las precipitaciones ocurridas en el período experimental (noviembre/95-mayo/96) fueron de 246 mm, cercanas al promedio de la zona que es de 235 mm. Las temperaturas fueron extremadamente bajas para el período analizado, llegando a mínimas de 2.4°C a mediados del mes de febrero, la cual es la segunda temperatura más baja reportada en la zona desde 1960. Los promedios de temperatura de los meses de diciembre, enero, febrero y marzo también fueron bajas, con respecto al promedio de la zona para esta época, lo cual estuvo influido por los "frentes fríos" provenientes de las masas de aire fría de las regiones polares que afectaron la región occidental del país.

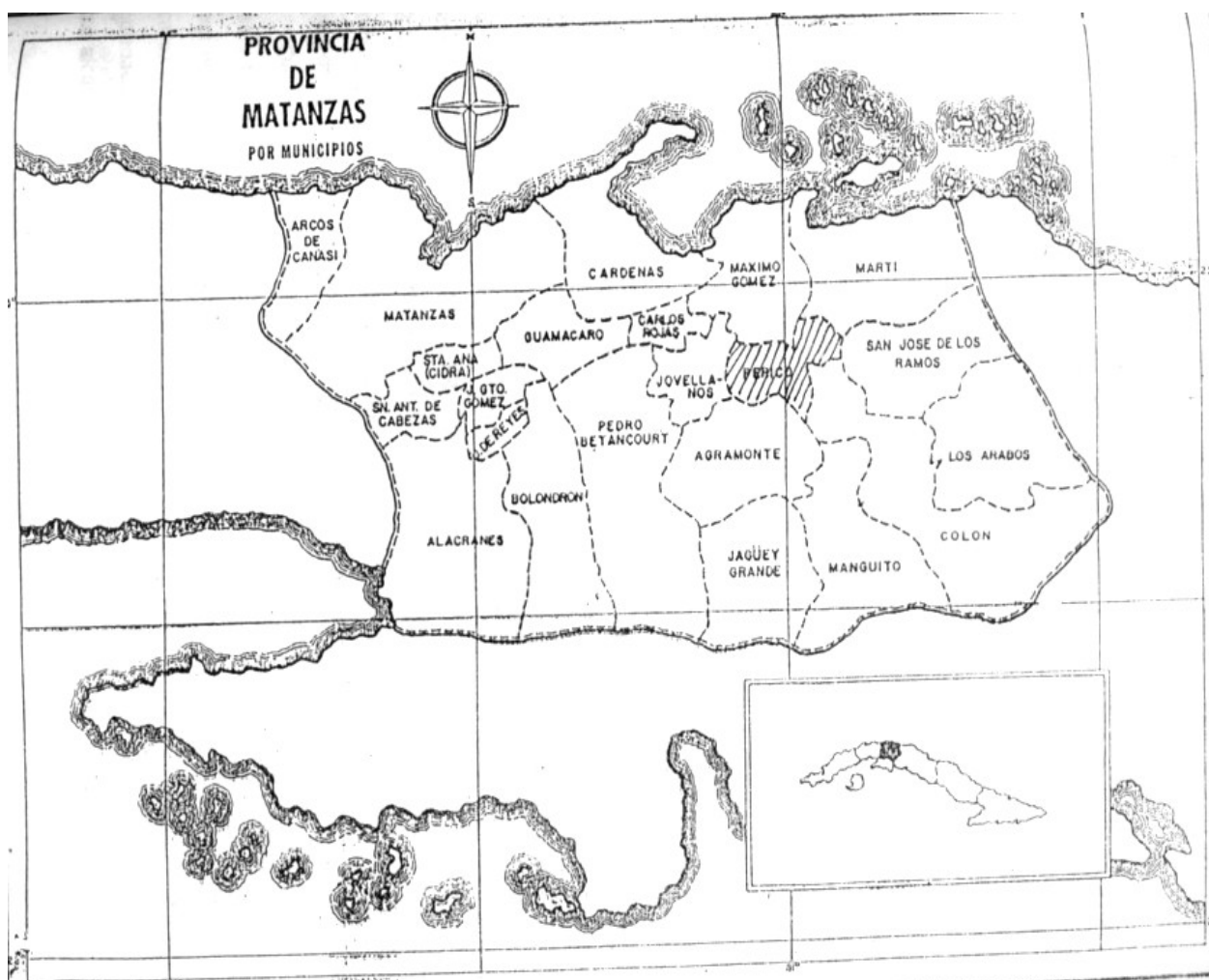


Figura 1. Ubicación de la zona donde se realizó el estudio - EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.

Cuadro 2. Condiciones climáticas prevalecientes¹ durante el período experimental en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Perico, Matanzas, Cuba.

Meses	Precipitación (mm)	Temperatura (° C)			Humedad Relativa (%)	Evaporación (mm)
		Mínima	Máxima	Media		
Noviembre	24.7	17.3	29.3	22.5	84	103.16
Diciembre	70.4	15.4	27.0	20.7	85	93.80
Enero	8.2	13.8	27.0	20.0	82	119.13
Febrero	42.6	11.2	27.6	19.1	79	152.41
Marzo	28.3	15.0	28.5	21.2	81	167.61
Abril	53.2	16.2	31.7	23.7	75	220.40
Mayo ²	21.6	19.9	31.5	25.3	82	182.22

1/Datos tomados de la Estación Meteorológica “Indio Hatuey”, Perico, Matanzas, Cuba

2/Condiciones climáticas prevalecientes hasta el 10/5/96

5.2 Suelo

El experimento se llevó a cabo en un suelo de topografía plana y de tipo Ferralítico Rojo hidratado (Academia de Ciencias de Cuba, 1979) y según la clasificación norteamericana pertenece al orden Alfisols.

Las características químicas del suelo se presentan en el Cuadro 3. El pH del suelo tiende a ser ligeramente ácido, mientras que el contenido de materia orgánica (obtenido en este análisis) es alto, y superior a lo reportado para estos suelos, que es de 2-3%. Los valores del contenido de N total son considerados medios; tiene bajos contenidos de fósforo disponible y las bases intercambiables (K, Ca, Mg) muestran valores de moderado a alto. La capacidad de intercambio catiónica es media.

De acuerdo con la descripción que hacen de los suelos ganaderos de Cuba, Mesa y Suárez (1986) estos son latolizados y generalmente poseen buen drenaje y tienen fertilidad media, sin embargo son resacantes, por lo que los pastos sufren de escasez de agua durante los períodos secos. Son productivos debido a sus favorables propiedades físicas y sus principales factores limitantes son la fuerte fijación de fósforo y que alcanza el punto de marchitez muy pronto durante la sequía.

Cuadro 3. Resultados del análisis químico del suelo¹ en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba.

Bloque	Profundidad (cm)	pH	% total					cmol (+)/l		
		KCl	M.O.	N total	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	Na	C.I.C. ²
1	0-10	6.10	5.16	0.258	3.75	0.23	18.3	2.10	0.125	21.95
	10-20	6.35	4.10	0.205	3.75	0.07	16.2	2.18	0.125	20.07
2	0-10	6.10	4.30	0.215	5.00	0.20	16.6	2.56	0.100	19.99
	10-20	5.70	4.10	0.205	2.50	0.07	17.0	2.15	0.125	23.12

1/Análisis realizado en el Laboratorio de Suelos del Ministerio de la Agricultura, Matanzas, Cuba

2/Capacidad de intercambio catiónico

5.3 Manejo de la plantación y unidades experimentales

El ensayo se ejecutó en áreas de *L. leucocephala* cv Cunningham con más de cinco años de establecidas y se comenzó su ejecución en noviembre de 1995. Las plantas de Leucaena se encuentran distribuidas en líneas individuales a 0,60 m entre plantas como promedio y 3 m entre surcos o líneas. El marco de siembra tan amplio que posee la plantación se debe a que el objetivo inicial de este experimento fue la de producción de semillas.

Durante la fase experimental se controlaron malezas en el mes de febrero para evitar la competencia con las plantas en evaluación. A mediados del mes de marzo se presentó un fuerte ataque de *Heteropsylla cubana* que fue controlado con Carbaryl 80% pH, a una dosis de 4 gramos de sustancia activa/litro y 0,646 kg de sustancia activa/hectárea (Barrientos *et al.*, 1991).

5.3.1 Unidades experimentales

Las parcelas experimentales estuvieron constituidas por doce árboles de Leucaena replicados en cuatro bloques. Los árboles no habían sido podados desde hacía tres años por lo que tenían alturas superiores a los 4 metros como promedio.

Las mediciones fueron realizadas en las diez plantas del centro que fueron consideradas como área útil, quedando las dos plantas de los extremos como efectos de borde. La altura de la poda fue a 45 cm del suelo.

5.3.2 Experimentos y tratamientos

El diseño utilizado fue de bloques al azar con un arreglo factorial 2^4 con cuatro repeticiones. Se montaron dos experimentos, que fueron concebidos de la siguiente manera:

- **Experimento 1.** Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la producción de forraje de *Leucaena leucocephala* en el período seco en Cuba.

En este experimento se midió el comportamiento de la *Leucaena* en podas únicas efectuadas en los meses de la época seca luego de una poda inicial en noviembre y diciembre. En el Cuadro 4 se ubica cada uno de los tratamientos.

Cuadro 4. Distribución en el tiempo de los tratamientos del experimento 1.

Mes de poda inicial	Meses de poda final			
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Noviembre	X			
Noviembre		X		
Noviembre			X	
Noviembre				X
Diciembre	X			
Diciembre		X		
Diciembre			X	
Diciembre				X

Los factores bajo estudio fueron dos podas al final de la época lluviosa y cuatro podas en el período seco, tal y como se describe a continuación:

- Podas al final del período lluvioso (noviembre y diciembre)
- Podas durante el período seco (febrero, marzo, abril y mayo).
- **Experimento 2.** Efecto de podas únicas y podas combinadas sobre la producción de forraje de *Leucaena leucocephala* en el período seco en Cuba.

A diferencia del anterior experimento en éste se adicionó, a las mediciones efectuadas en febrero y marzo, lo medido en podas subsecuentes realizadas en abril y mayo, respectivamente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Distribución en el tiempo de los tratamientos del experimento 2.

Mes de poda inicial	Meses de poda final			
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Noviembre	X		X	
Noviembre		X		X
Noviembre			X	
Noviembre				X
Diciembre	X		X	
Diciembre		X		X
Diciembre			X	
Diciembre				X

Los factores bajo estudio fueron dos podas al final de la época lluviosa y podas únicas y combinadas en la sequía tal y como se describe a continuación:

- Podas al final del período lluvioso (noviembre y diciembre).
- Podas únicas (abril y mayo) y sumatoria de las podas combinadas (febrero-abril) y (marzo-mayo).

5.3.3 Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño utilizado fue de bloques al azar con arreglo factorial 2 x 4 para ambos experimentos con cuatro repeticiones. El modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + P_i + P_j + (IF)_{ijk} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variables de respuesta
 μ = Media general
 B_k = Efecto del bloque ($k = 1, 2, 3$)
 P_i = Efecto de la poda inicial ($i = 1, 2$)
 P_j = Efecto de la poda final ($j = 1, 2, 3$)
 $(IF)_{ijk}$ = Efecto de la interacción $P_i \times P_j$
 E_{ijk} = Error experimental

El análisis estadístico de los datos de cada variable se realizó por el procedimiento de análisis de varianza. Las diferencias entre las medias de los tratamientos y los bloques se determinó por la prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1993).

El experimento 2, a pesar de que se ejecutó en el campo como un diseño de bloques al azar con un arreglo factorial 2 (podas iniciales) x 4 (sistemas de podas finales); se dividió en dos partes el análisis de varianza de las producciones de materia seca, quedando como dos factoriales 2 x 2 o sea, los dos momentos de poda inicial (noviembre y diciembre) se compararon con los sistemas de poda final de febrero-abril y abril así como con marzo-mayo y mayo, independientemente.

El análisis estadístico de los datos obtenidos para cada variable estudiada se realizó mediante el procedimiento de análisis de varianza, utilizando la opción de cuadrados mínimos generalizados (GLM) del paquete estadístico SAS (SAS, 1985).

5.3.4 Variables a medir

- **Producción de materia seca.** Esta variable se expresó en toneladas de materia seca por hectárea (t de MS/ha). Para obtenerla, la biomasa por parcela podada se separó en hojas, tallo tierno y tallo leñoso. La biomasa comestible se obtuvo de la sumatoria de las hojas y el tallo tierno; mientras que la producción total se calculó con la suma del tallo leñoso y la biomasa comestible.
- **Materia Seca Digestible (MSD).** Se estimó a partir de los datos de materia seca obtenidos en los diferentes tratamientos y sus respectivos valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca. Se expresó en kg/ha.
- **Proteína Bruta Total (PBT).** Se estimó a partir de los datos de materia seca obtenidos en los diferentes tratamientos y sus respectivos valores de proteína bruta. Se expresó en kg/ha.
- **Altura de las plantas.** Esta variable fue expresada en metros (m) y se obtuvo al medir la altura de cada planta desde el nivel del suelo hasta el ápice de la rama más alta.
- **Número de ramas.** Se obtuvo por conteo de los brotes en cada planta al momento de la poda y se expresó como número de ramas por planta.
- **Fibra cruda (FC).** Se determinó por el método de Henneberg y Stohman (AOAC, 1965). Se expresó como porcentaje de la materia seca de las fracciones de la biomasa comestible.
- **Proteína bruta (PB).** Se cuantificó por el método de Nessler (Snell y Snell, 1954). Esta variable se expresó como porcentaje de las fracciones de la biomasa comestible.
- **Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS).** Se determinó mediante el método de dos fases descrito por Tylley y Terry (1963) y modificado por Kass y Rodríguez (1987). Esta variable se expresó como porcentaje de la materia seca de las fracciones de la biomasa comestible.
- **Contenido de fósforo (P).** Se determinó por espectrofotometría de absorción utilizando para el desarrollo de color el del complejo azul fosfomolibdico (Fiske y Subarrow, 1925). Se expresa como porcentaje de la materia seca.
- **Contenido de calcio (Ca).** Se determinó por el método complejimétrico (AOAC, 1965). Se expresa como porcentaje de la materia seca.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **Experimento 1.** Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la producción de forraje de *Leucaena leucocephala* en el período seco en Cuba.

6.1 Producción de materia seca

6.1.1 Producción de hojas

Los rendimientos de hojas para los dos meses de poda inicial evaluados no presentaron diferencias significativas entre si, aunque es de destacar que la cantidad fue mayor en el mes de diciembre (Cuadro 6). Esta tendencia indica que es probable efectuar el corte indistintamente en el mes de noviembre o diciembre.

Cuadro 6. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la producción de hojas de *Leucaena leucocephala* en el período seco, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final (tm MS/ha)				Promedio ¹
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	
Noviembre	0.44	0.98	0.84	1.22	0.87 ^a
Diciembre	0.18	1.08	1.23	1.40	0.96 ^a
Promedio¹	0.31 ^b	1.03 ^a	1.04 ^a	1.31 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

El análisis de la producción de materia seca indica que la producción de hojas se incrementó de febrero a mayo (excepto en el tratamiento noviembre-abril) pero detectándose sólo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre febrero y los otros meses. Es de destacar que aunque no hubo interacciones estadísticamente significativas, resalta el incremento más notable de producción entre febrero y marzo cuando la poda inicial se realizó en diciembre (Fig. 2), en donde la producción con respecto a febrero fue cinco veces superior en el mes de marzo y casi ocho veces en el mes de mayo. Posiblemente el intervalo noviembre-mayo (6 meses) implica más pérdida de hojas que el intervalo diciembre-mayo (5 meses).

Resultados similares fueron obtenidos en un experimento desarrollado por Hernández y Benavides (1994) en República Dominicana al efectuar podas al final del período lluvioso en *G. sepium* y en el que se observó un aumento en la producción de hojas en todas las podas finales estudiadas (febrero, marzo, abril, mayo). En trabajos desarrollados por Ella *et al.* (1991) se indica que hay un incremento de la producción de hojas de *L. leucocephala* al aumentar el intervalo de corte de 6 a 12 semanas; similares resultados han sido obtenidos para esta especie por Guevarra *et al.* (1978) y Ferraris (1979).

La producción de hojas no aumentó de marzo a abril, lo que pudo ser consecuencia de un fuerte ataque de *Heteropsylla cubana* ocurrido a mediados del mes de marzo y que afectó fundamentalmente el tratamiento noviembre-abril.

Es importante aclarar que la comparación de las medias del Cuadro 6 solamente se realiza entre filas (promedios) y entre columnas (promedios), debido a que la interacción entre los tratamientos en estudio no fue significativa.

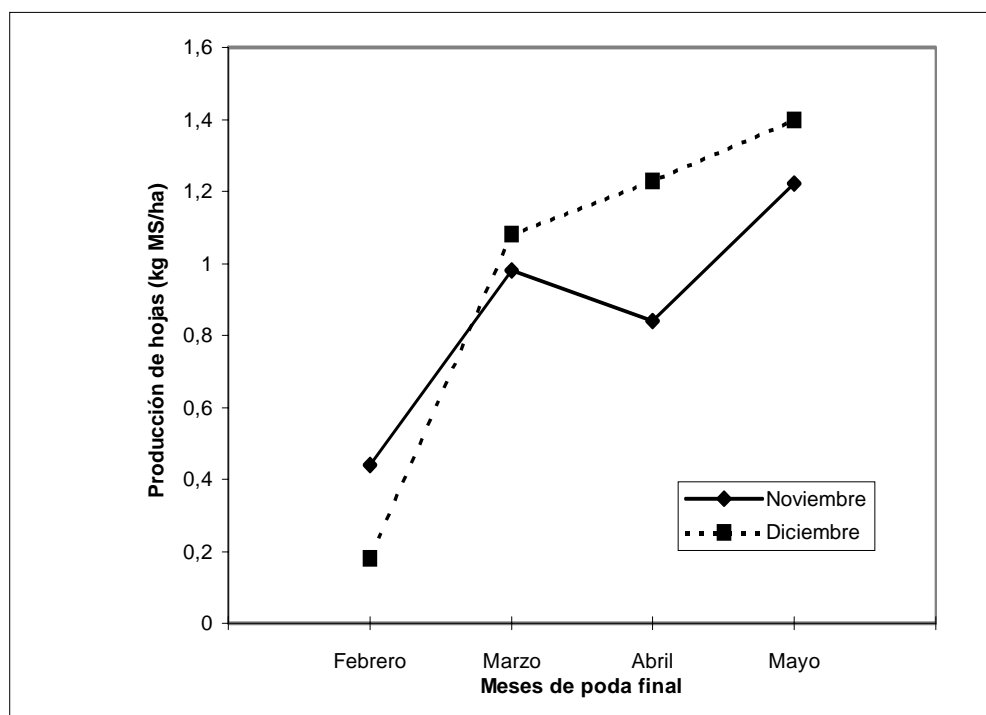


Figura 2. Producción de hojas de *Leucaena leucocephala* en los meses de sequía luego de podas iniciales al final de las lluvias en Matanzas, Cuba.

6.1.2 Producción de tallos tiernos

Con respecto a la cantidad de tallos tiernos, no hubo diferencias entre los tratamientos para las podas iniciales, manteniéndose la misma tendencia observada en las hojas (Cuadro 7). No hubo interacción entre tratamientos.

Cuadro 7. Efecto de la poda al final de la época lluviosa sobre la producción de tallos tiernos de *Leucaena leucocephala* en los meses de sequía en Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final (tm MS/ha)				Promedio ¹
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	
Noviembre	0.09	0.15	0.09	0.08	0.10 ^a
Diciembre	0.09	0.17	0.13	0.06	0.11 ^a
Promedio ¹	0.09 ^{bc}	0.16 ^a	0.11 ^b	0.07 ^c	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

La poda final de marzo difirió estadísticamente ($p < 0.05$) del resto de las podas estudiadas, lo cual no concuerda con lo planteado por Hernández y Benavides (1994) quienes encontraron en *G. sepium*, las mayores cantidades de tallo tierno en la poda del mes de mayo. Es probable que la forma subjetiva en que se realiza esta medición haya influido en la poca estabilidad de la producción del tallo tierno. Es importante resaltar que a diferencia de otras leguminosas arbóreas como *Erythrina poeppigiana* y *G. sepium* el tallo tierno de la *Leucaena* es más difícil de separar, ya que sus ramas son más flexibles y la porción de la misma que pueda ser considerada como comestible generalmente es pequeña, por lo que puede quedar confundida con el material leñoso.

6.1.3 Producción de biomasa comestible

En el Cuadro 8 se observa la producción de biomasa comestible obtenida, la cual se obtiene a partir de la sumatoria de la producción de hojas y de tallos tiernos.

Cuadro 8. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la producción de biomasa comestible de *Leucaena leucocephala* en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final (tm MS/ha)				Promedio ¹
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	
Noviembre	0.53	1.13	0.93	1.30	0.97 ^a
Diciembre	0.27	1.25	1.36	1.46	1.08 ^a
Promedio ¹	0.40 ^b	1.19 ^a	1.15 ^a	1.38 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Debido a la estrecha relación con la producción de hojas, la tendencia fue similar a la de ésta, observándose un incremento en la producción a medida que transcurrían los meses de sequía. Similar a lo observado con las hojas, la producción de marzo, abril y mayo correspondiente a la poda de diciembre fue 4.6, 5.0 y 5.4, respectivamente, veces superior a la de febrero; mientras que los rendimientos consecutivos en la sequía de la poda de noviembre fueron menores. No se produjo interacción entre los tratamientos.

6.1.4 Producción de tallo leñoso

Al igual que en el caso de las hojas, aunque no se encontró una interacción significativa entre los meses de poda inicial y final (Cuadro 9); los incrementos de producción en marzo, abril y mayo con respecto a los rendimientos de febrero correspondientes a la poda de diciembre, fueron superiores a los observados en los mismos meses de sequía correspondientes a la poda inicial efectuada en noviembre. No se presentaron interacciones entre los tratamientos.

Cuadro 9. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la producción de tallo leñoso de *Leucaena leucocephala* en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final (tm MS/ha)				Promedio ¹
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	
Noviembre	0.26	0.53	0.61	1.14	0.64 ^a
Diciembre	0.12	0.63	0.96	0.88	0.65 ^a
Promedio ¹	0.19 ^c	0.58 ^b	0.79 ^{ab}	1.01 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

A medida que transcurrieron los meses de poda en la sequía, se produjo un incremento de la producción de tallo leñoso siendo mayo el mes en que se alcanzaron los mayores valores (Cuadro 9). Es aceptado por muchos investigadores que intervalos de corte menos frecuentes resultan en mayores cantidades de material leñoso (Guevarra *et al.*, 1978; Ferraris, 1979; Topark-Ngarm, 1983) y ello se debe a la posibilidad que tiene la planta, al cortarse en períodos de tiempo más prolongados, de invertir un mayor número de recursos en la formación de tejido leñoso (Mochiutti, 1995).

Hernández y Benavides (1994) obtuvieron en *G. sepium* un incremento de la cantidad de tallos leñosos desde febrero hasta mayo y consideran que, en términos generales, este incremento está directamente relacionado con la edad calendario de los rebrotes.

6.1.5 Producción de biomasa total

Al igual que lo observado con las variables anteriores, no hubo efecto de la poda inicial sobre las producciones de biomasa total (Cuadro 10). No ocurrieron interacciones entre los tratamientos.

Cuadro 10. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la producción de biomasa total de *Leucaena leucocephala* en los meses de sequía en Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final (tm MS/ha)				Promedio ¹
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	
Noviembre	0.79	1.66	1.54	2.44	1.61 ^a
Diciembre	0.39	1.88	2.32	2.34	1.73 ^a
Promedio ¹	0.59 ^c	1.78 ^b	1.94 ^{ab}	2.39 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

La producción de biomasa total también se incrementó a medida que transcurrieron los meses de sequía. Aparentemente, cortes menos frecuentes provocan mayores cantidades de biomasa total, lo cual está determinado por un aumento de la proporción de material leñoso (Horne *et al*, 1986).

6.2 Composición de la biomasa

Los meses de poda inicial no afectaron las proporciones de los componentes de la biomasa (Cuadro 11). En este sentido, Hernández y Benavides (1994) obtuvieron que las podas al final de las lluvias influyeron en la proporción de hojas y tallos leñosos de *G. sepium* durante la temporada seca de República Dominicana, incrementándose la proporción de estos dos componentes en noviembre y diciembre con respecto a octubre, aunque con poca diferencia entre ambos.

Cuadro 11. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre la proporción de los componentes de la biomasa de *Leucaena leucocephala* podada inicialmente al final del período lluvioso.

Componente %	Poda inicial		Poda final			
	Noviembre	Diciembre	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Hojas ¹	56 ^a	54 ^a	50 ^b	58 ^a	54 ^{ab}	57 ^a
Tallo tierno	8 ^a	10 ^a	17 ^a	9 ^b	6 ^c	4 ^c
Comestible	64 ^a	64 ^a	68 ^a	67 ^a	60 ^b	60 ^b
Tallo leñoso	37 ^a	36 ^a	32 ^b	33 ^b	40 ^a	41 ^a

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Con relación a las podas efectuadas en la sequía, las hojas alcanzan su mayor proporción entre marzo y mayo. La baja proporción de hojas presente en el mes de abril pudo estar relacionada con el ataque de *Heteropsylla cubana* que se produjo en ese mes.

La proporción de tallo tierno disminuye de febrero a mayo, lo cual puede estar relacionado con el incremento que en ese mismo período se observó en los tallos leñosos que sustituyen a los tallos jóvenes en funciones más complejas como transporte de agua y nutrientes quedando, en los tallos tiernos, los tejidos de transición y los puntos de crecimiento los cuales generalmente en las plantas leñosas ocupan una baja proporción dentro de la rama. Similar disminución de la proporción de tallos tiernos con el tiempo fueron alcanzados por Hernández y Benavides (1994) en *G. sepium*.

En cuanto a los porcentajes de biomasa comestible se aprecia una disminución de febrero a mayo; mientras que, por el contrario, la proporción de tallos leñosos se va incrementando para estos mismos meses. Estas tendencias opuestas entre la proporción de biomasa comestible y de tallo leñoso en *Leucaena* al incrementarse el intervalo entre cortes ha sido reportada por varios autores. Al respecto Guevarra *et al.* (1978) encontraron que la fracción comestible de *Leucaena* variaba desde 60% a los 110 días hasta 81% a los 70 días. Similares resultados fueron alcanzados por Ferraris (1979) 31% a los 120 días y 54% a los 60 días; Topark-Ngarm (1983) 60% a los 60 días versus 69% a los 40 días.

6.3 Tasas de crecimiento

6.3.1 Tasas de crecimiento según los momentos de poda inicial y final

Las tasas de crecimiento de los distintos componentes de las plantas de *Leucaena* en estudio, se observan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento de los componentes de la biomasa de *Leucaena leucocephala* durante la estación seca.

Componente	Poda inicial, kg MS/ha/día		Poda final, kg MS/ha/día			
	Noviembre	Diciembre	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Hojas ¹	6.67 ^b	8.37 ^a	3.93 ^b	10.15 ^a	7.94 ^a	8.06 ^a
Tallo tierno	0.84 ^b	1.23 ^a	1.25 ^a	1.62 ^a	0.86 ^b	0.40 ^c
Comestible	7.52 ^b	9.57 ^a	5.18 ^c	11.77 ^a	8.80 ^b	8.46 ^b
Tallo leñoso	4.46 ^a	5.72 ^a	2.49 ^b	5.75 ^a	6.03 ^a	6.09 ^a
Total	11.95 ^b	15.30 ^a	7.68 ^b	17.50 ^a	14.84 ^a	14.55 ^a

1/Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Por efecto de la poda inicial se registró una mayor tasa de crecimiento de las hojas, los tallos tiernos y de la biomasa total en el mes de diciembre difiriendo ($p < 0.05$) de noviembre.

Para las podas efectuadas en el período seco se puede notar que existe una tendencia a la reducción de la tasa de crecimiento de los tallos tiernos desde marzo hasta mayo. En el caso de las tasas de crecimiento para las hojas y el total las evidencias indican que hay una estabilización en el crecimiento de los mismos a partir de los meses de marzo, abril y mayo lo cual se puede atribuir a la estabilización en la producción que alcanzan los árboles una vez que tienen cierta madurez (Hernández, 1988). Las tasas de crecimiento en los tallos leñosos muestran una ligera tendencia a seguir aumentando con el tiempo, aunque en una menor cuantía a partir de marzo lo cual puede estar relacionado con la madurez que va alcanzando la planta.

Basándose en la curva sigmoideal desarrollada por Stür *et al.* (1994) para explicar la respuesta de las plantas como la *Leucaena* a las defoliaciones, se puede sugerir que en este trabajo se alcanzaron resultados muy semejantes a los obtenidos por los citados autores (Figura 3). Como se puede observar en el mes de febrero hay un lento rebrote debido a la poca cantidad de área foliar. En el mes de marzo hay un incremento marcado en todas las fracciones en estudio, aunque este aumento es más acentuado en la producción de hojas. Finalmente, en lo que se puede considerar una tercera fase de crecimiento (abril y mayo), los árboles presentan incrementos de altura y aumentan la producción de biomasa leñosa, mientras que la cantidad de hojas y tallos tiernos permanece estable o con pequeños incrementos.

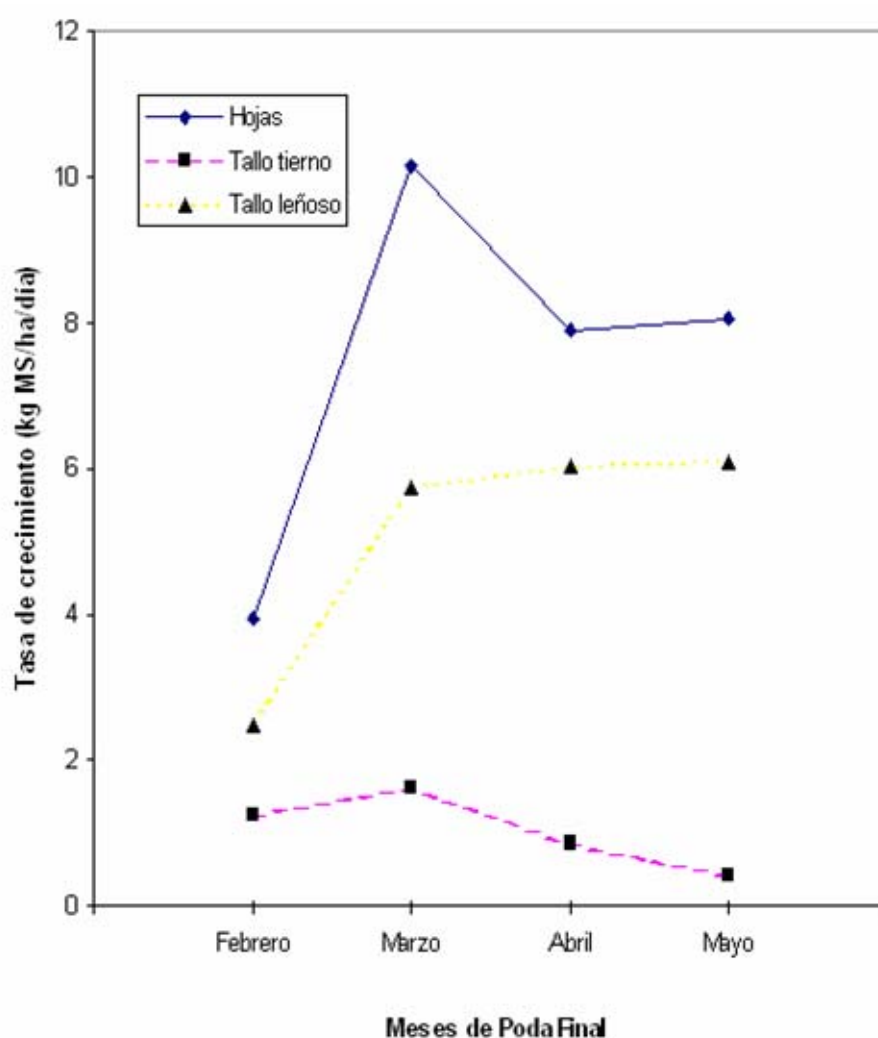


Figura 3. Crecimiento en peso seco (kg/ha/día) de las hojas, tallo tierno y tallo leñoso de *Leucaena leucocephala* por efecto del mes de poda durante la sequía.

6.3.2 Tasas de crecimiento según intervalos de corte

Al analizar el comportamiento de las plantas utilizando intervalos de corte fijos (Cuadro 13 y Fig. 3) se observa una clara tendencia a que las plantas aumenten más su producción de tejido vegetal cuando son cortadas en diciembre que cuando son cortadas en noviembre.

Cuadro 13. Tasas de crecimiento de las hojas, tallos tiernos, comestible, tallos leñosos y total de *Leucaena leucocephala* según intervalos de corte.

Intervalos de corte, días	Poda inicial, kg MS/ha/día		Intervalos de corte, kg MS/ha/día		
	Noviembre	Diciembre	90	120	150
Hojas ¹	6.23 ^b	10.19 ^a	8.54 ^a	9.21 ^a	6.88 ^a
Tallo tierno	0.97 ^a	1.16 ^a	1.56 ^a	1.17 ^a	0.46 ^b
Comestible	7.21 ^b	11.32 ^a	10.07 ^a	10.38 ^a	7.34 ^b
Tallo leñoso	3.83 ^b	6.96 ^a	5.01 ^a	6.21 ^a	4.96 ^a
Total	11.05 ^b	18.29 ^a	15.10 ^a	16.62 ^a	12.21 ^a

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Hipotetizando al respecto se pudiera considerar que las planta podadas en diciembre acumulan una mayor cantidad de reservas para la fase de floración que las podadas en noviembre, lo que les permite movilizar una mayor cantidad de estas reservas, cuando son podadas, hacia la formación de sus tejidos y por tanto producir mayores cantidades de material vegetal en un menor tiempo. Esta respuesta de la planta ante la poda, al acercarse el momento de su floración probablemente pueda ser mejor si la misma se realiza en el mes de enero, o para ser más específicos, en el punto donde la planta esté más cerca de alcanzar la fase de floración o cuando se produzca el momento más crítico de la sequía.

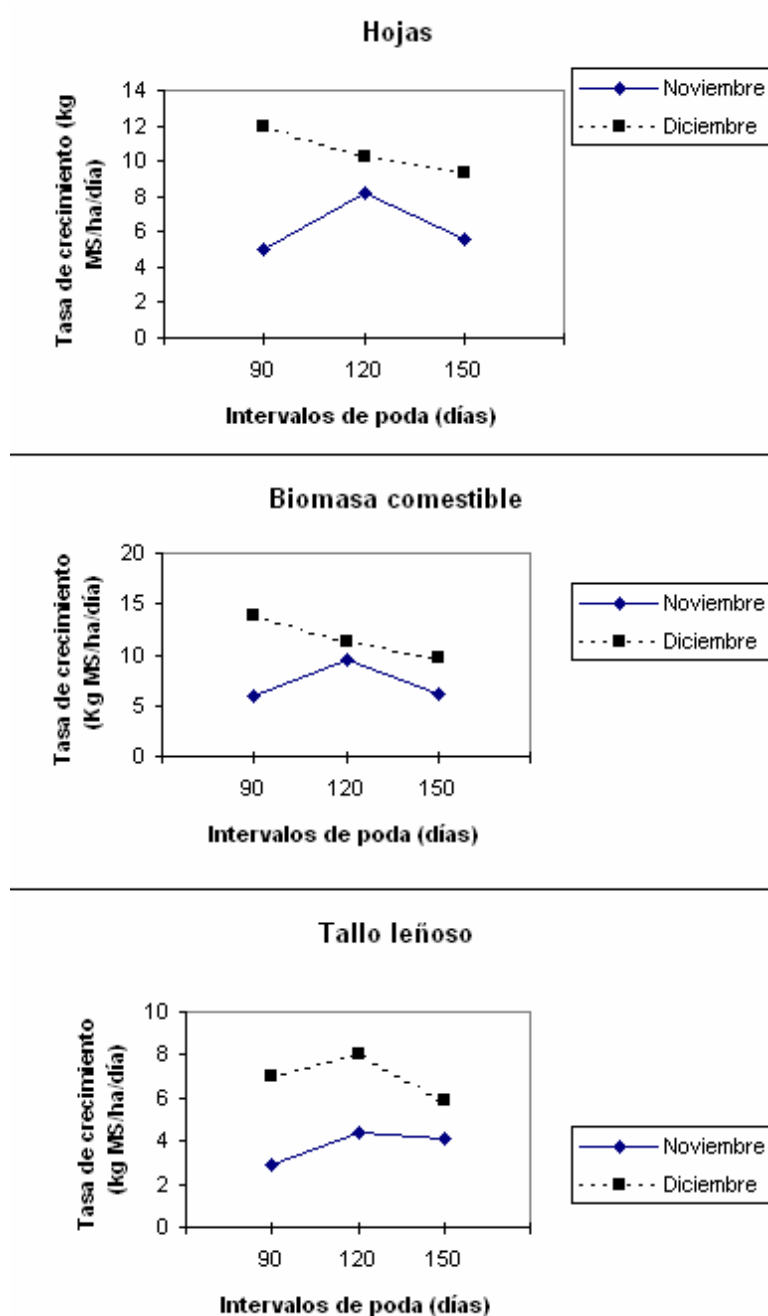


Figura 4. Crecimiento en peso seco (kg/ha/día) de los componentes de la biomasa de *Leucaena leucocephala* por efecto del mes de poda inicial y la frecuencia de poda.

6.4 Altura de las plantas y número de ramas

6.4.1 Efecto de la poda inicial

La altura de las plantas no estuvo afectada por el momento de poda inicial (Cuadro 14). En el caso del número de ramas si hay diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre los meses de noviembre y diciembre lo cual es atribuible a la capacidad de las plantas para producir mayor cantidad de tallos en condiciones climáticas más favorables (Cuadro 2). Otra explicación es que probablemente la planta no fuera capaz de producir más tallos al

acercarse su momento de floración, que en este caso es a finales del mes de diciembre e inicios de enero (Pound y Martínez-Cairo, 1985). No hubo interacciones entre los tratamientos.

Cuadro 14. Altura de las plantas y número de ramas total de *Leucaena leucocephala* al final del período lluvioso.

Poda inicial	Variables dasométricas	
	Altura de las plantas, m ¹	Número de ramas
Noviembre	1.04 ^a	83 ^a
Diciembre	1.11 ^a	57 ^b

1/ Valores con igual letra vertical no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

6.4.2 Efecto de la poda final

La altura de las plantas se incrementó a medida que transcurrieron los meses (Cuadro 15) coincidiendo con lo obtenido por Mochiutti (1995) con *G. sepium* en CATIE, donde registró alturas de 2 m para plantas que se podaban cada 50 días contra 2.9 m en las plantas podadas cada 100 días, aduciendo esta mayor altura a la mayor formación de tejido leñoso en las defoliaciones más espaciadas en el tiempo. Savory y Thomas (1977) consideran que en *Leucaena* el tamaño óptimo de las ramas, para su cosecha como forraje es 120 cm porque si se deja que las ramas crezcan más, se lignifican mucho y las plantas comienzan a perder sus hojas más bajas.

El número de ramas se mantuvo relativamente constante entre los primeros meses de la sequía y disminuyó de manera brusca en el mes de mayo, posiblemente debido a la dominancia de algunas ramas con la edad y la desaparición de las ramas pequeñas. Al respecto, Pathak *et al.* (1980) obtuvieron en *Leucaena* un mayor número de tallos en las plantas podadas cada seis semanas que al hacerlo cada 17 semanas. Otro elemento que influye en la producción de brotes en *Leucaena* es la altura de cortes, así Pérez y Meléndez (1980) en México encontraron que las plantas cortadas a 30 cm formaron un promedio de 89 ramas después de cada corte y aquellas cortadas a 50 cm, 112 yemas.

Cuadro 15. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre la altura de las plantas y el número de ramas total de *Leucaena leucocephala* podada inicialmente al final del período lluvioso.

Poda final	Variables dasométricas	
	Altura de las plantas ¹ , m	Número de ramas
Febrero	0.81 ^c	71 ^{ab}
Marzo	1.04 ^b	76 ^a
Abril	1.13 ^{ab}	72 ^{ab}
Mayo	1.30 ^a	61 ^b

1/ Valores con igual letra vertical no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

6.5 Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

6.5.1 Efecto de la poda inicial

En el Cuadro 16 se observa que el mes de poda inicial no afectó significativamente la DIVMS de ninguno de los componentes de la planta en estudio. Los valores fueron elevados en las hojas para ambos momentos de poda y coinciden con lo informado por Brewbaker (1986) quien reporta valores de 68.8% de DIVMS. En el caso de los tallos tiernos la digestibilidad es considerada media, siendo superior al 46% detectado por Baggio (1982) y Beliard (1984) e inferior al 61.7% reportado por Hernández (1988) para *G. sepium* en un experimento similar en República Dominicana.

Cuadro 16. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de hojas y tallos tiernos de *Leucaena leucocephala* durante la época de sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Componente, % DIVMS	
	Hojas ¹	Tallos tiernos
Noviembre	68.5 ^a	47.4 ^a
Diciembre	68.0 ^a	46.5 ^a

1/ Valores con igual letra vertical no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

6.5.2 Efecto de la poda final

La DIVMS de las hojas y los tallos tiernos casi no tuvo variación entre los meses de sequía (Cuadro 17), a pesar de que es conocida la influencia depresiva de la edad del rebrote en la digestibilidad de los forrajes tropicales (Pezo, 1981). De acuerdo con NAS (1977) la digestibilidad del forraje de *Leucaena* es similar al de otras leguminosas (50-70%). Sin embargo, se aclara que la mimosina reduce la actividad de las bacterias celulíticas y por tanto la digestibilidad *in vitro* se subestima con frecuencia en 2-7%.

Cuadro 17. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de hojas y tallos tiernos de *Leucaena leucocephala* podada inicialmente al final del período lluvioso, Matanzas, Cuba.

Poda final	Componentes, % DIVMS	
	Hojas ¹	Tallo tierno
Febrero	67.6 ^a	47.4 ^a
Marzo	67.6 ^a	46.9 ^a
Abril	67.9 ^a	46.9 ^a
Mayo	69.8 ^a	46.6 ^a

1/ Valores con igual letra vertical no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Los resultados obtenidos por Hernández y Benavides (1994) al estudiar cuatro momentos de poda de *G. sepium* en el período seco en República Dominicana, son similares a los conseguidos en este estudio para el caso de las hojas pero difieren en los tallos tiernos, ya que ellos reportan un incremento considerable de la DIVMS a medida que transcurrían los meses de sequía.

6.6 Contenido de proteína bruta

6.6.1 Efecto de la poda inicial

El Cuadro 18 contiene los datos de los porcentajes de PB presentes en las hojas y los tallos tiernos, según el momento de poda inicial. No se observaron diferencias significativas entre los dos momentos de poda iniciales, pero es importante destacar el alto nivel de PB presente en las hojas y en los tallos tiernos.

Cuadro 18. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre el contenido de proteína bruta de hojas y tallos tiernos de *Leucaena leucocephala* durante la época seca, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Componente, % PB	
	Hojas ¹	Tallo tierno
Noviembre	30.8 ^a	18.8 ^a
Diciembre	29.8 ^a	18.5 ^a

1/ Valores con igual letra vertical no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Similares resultados son reportados por Funes y Díaz (1979) quienes al estudiar el comportamiento de un ecotipo cubano de *Leucaena* en el período de sequía, observaron contenidos de proteína entre 24 -32% en las hojas y de 15-24% en tallos tiernos; mientras que Pound y Martínez (1985) citan valores de hasta 29.4% en harinas de las hojas. Estos elevados porcentajes de PB en las hojas y tallos tiernos de *Leucaena* en Cuba probablemente están relacionados con una mayor movilización de nutrientes hacia el área foliar con motivo del estrés fisiológico provocado por la poda y la posterior sequía a que estuvieron sometidas las plantas durante el período experimental.

6.6.2 Efecto de la poda final

El contenido de PB en la MS (Cuadro 19) de la *Leucaena* fue relativamente alto en todos los tratamientos de poda final aunque NAS (1977) cita valores de hasta 34% en hojas jóvenes y Takahashi y Ripperton (1949) reportan niveles de hojas de plantas segadas tres, cuatro y seis veces al año, de 24.1%, 26.1% y 30.1%, respectivamente.

El contenido de PB en mayo es significativamente diferente ($p < 0.05$) a abril, sin embargo no es diferente a febrero y marzo; este comportamiento es atípico y contradictorio ya que aunque los rendimientos de MS son más altos para los intervalos de corte más largos, el porcentaje en proteína es mejor para los intervalos de corte

más cortos (Takahashi y Ripperton, 1949). Es probable que el alto contenido de PB en mayo se deba que en este mes muchas hojas o folíolos viejos de las hojas se hayan caído y se estuviera produciendo una emisión de hojas jóvenes.

Cuadro 19. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre el contenido de proteína bruta de hojas y tallo tierno de *Leucaena leucocephala* podada inicialmente al final del período lluvioso, Matanzas, Cuba.

Poda final	Componente, % PB	
	Hojas	Tallo tierno
Febrero	32.0 ^a	22.3 ^a
Marzo	30.0 ^{ab}	20.6 ^a
Abril	25.4 ^b	15.2 ^b
Mayo	33.8 ^a	15.9 ^b

1/ Valores con igual letra vertical no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

En Cuba se desarrolló un estudio con un ecotipo cubano de *Leucaena* y se encontró, en el primer corte, contenidos de 28.9% de hojas y entre 14.1 y 16.4% en el tallo tierno. Durante la fase de manejo se obtuvo entre 24 y 32% en las hojas durante la estación seca y entre 19 y 29% en lluvia. Los tallos tiernos contenían entre 15-24% en seca y entre 8 y 15% en lluvia (Funes y Díaz, 1979). Los datos obtenidos en el presente trabajo oscilan entre 25 y 33% para las hojas y entre 15 y 22% para los tallos tiernos, para el período seco.

Los microorganismos del rumen requieren de un valor mínimo de amonía (70 mg N/l) para garantizar su actividad óptima; valores menores a estos son asociados con un decrecimiento en la actividad microbiana (digestión) y son indicativos de deficiencia de nitrógeno. Los alimentos con menos de 1.3% de N son considerados deficientes y no pueden proveer los niveles de amonía requeridos (Norton, 1994a). En el caso de la *Leucaena* aquí estudiada (y la mayoría de las leguminosas forrajeras) estos valores son mayores y por tanto son considerados adecuados en proteína para todos los tratamientos.

6.7 Materia seca digestible y proteína cruda total

6.7.1 Efecto de la poda inicial

No se produjeron diferencias entre los meses de poda inicial, mostrándose tendencias muy similares a las observadas en la producción de materia seca comestible (Cuadro 20).

Cuadro 20. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de proteína bruta total y materia seca digestible de *Leucaena leucocephala* durante la sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Producción (kg MS/ha)	
	Proteína bruta total	Materia seca digestible
Noviembre ¹	250 ^a	608 ^a
Diciembre	247 ^a	592 ^a

1/ Valores con igual letra vertical no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

6.7.2 Efecto de la poda final

En el Cuadro 21, pueden observarse los resultados de la producción de PB total y de la MSD de la *Leucaena* podada en los cuatro momentos de corte diferentes. Como era de esperar las tendencias son similares a las observadas para la producción de MS ya que la producción de PB total y la MSD provienen de la multiplicación de la MS por su contenido de PC y por su DIVMS. Se observa, al igual que el caso de la MS, que los rendimientos en PB total y MSD se incrementan a medida que transcurren los meses, a pesar de que sólo se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) con el mes de febrero.

Las cantidades de proteína aportada por la poda de mayo son superiores a los otros meses ($p < 0.05$), aunque no hubo diferencias con la poda de abril ni con la de marzo. Esta mayor cantidad de proteína está asociada a la mayor cantidad de MS en este mes que fue de 2.39 contra 0.59 tm de MS/ha en febrero.

Cuadro 21. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre la producción de proteína bruta total y materia seca digestible de *Leucaena leucocephala* podada inicialmente al final de la época lluviosa en Matanzas, Cuba.

Poda final	Componente (kg de MS/ha)	
	Proteína bruta total	Materia seca digestible
Febrero ¹	113 ^c	241 ^b
Marzo	298 ^{ab}	685 ^a
Abril	234 ^b	657 ^a
Mayo	361 ^a	823 ^a

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

6.8 Contenido de fibra bruta

6.8.1 Efecto de la poda inicial

En el contenido de FC no se produjeron diferencias significativas por efecto de los meses de poda inicial (Cuadro 22). El porcentaje en los tallos tiernos fue el doble que el de las hojas, lo cual está relacionado con el incremento de los carbohidratos estructurales y de la lignificación de los tejidos de esa fracción (Van Soest, 1982).

Cuadro 22. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre el contenido de fibra cruda de hojas y tallo tierno de *Leucaena leucocephala* durante la sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Componentes, % FC	
	Hojas	Tallo tierno
Noviembre ¹	15.4 ^a	34.0 ^a
Diciembre	16.0 ^a	33.2 ^a

1/ Valores con igual letra vertical no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

6.8.2 Efecto de la poda final

Aunque sin diferencias estadísticas, se observó una tendencia a incrementarse el contenido de FC a medida que transcurrieron los meses en el período poco lluvioso (Cuadro 23).

Cuadro 23. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre el contenido de fibra cruda de hojas y tallo tierno de *Leucaena leucocephala* podada inicialmente al final de la época lluviosa, Matanzas, Cuba.

Poda final	Componentes, % FC	
	Hojas	Tallo tierno
Febrero ¹	14.0 ^a	32.5 ^a
Marzo	15.8 ^a	33.3 ^a
Abril	15.5 ^a	32.5 ^a
Mayo	17.5 ^a	36.2 ^a

1/ Valores con igual letra vertical no difieren significativamente $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Es normal que el contenido de FC tienda a crecer en el tiempo ya que es conocido que está compuesta principalmente por carbohidratos estructurales (lignina, celulosa y hemicelulosa). Brewbaker (1986), en *Leucaena* informa contenidos de FC en hojas en un rango desde 13.1 hasta 18.3% y en tallos tiernos valores de 37.7% y aunque no indica en que fase de crecimiento de la planta se efectúan dichas mediciones; sus resultados tienen similitud con los obtenidos en este ensayo.

6.9 Contenido de fósforo (P) y calcio (Ca)

6.9.1 Efecto de la poda inicial

Por efecto de las podas al final de las lluvias no se encontraron diferencias en los contenidos de Ca y P (Cuadro 24). En el caso del Ca los valores de las hojas fueron superiores a los del tallo tierno. Similares resultados encontraron Funes y Díaz (1979) quienes plantean que el contenido de Ca oscila entre 1.2-2.4% en las hojas y 0.6-0.9% en tallos tiernos. No ocurrió lo mismo para el P ya que no hubo diferencia de contenido

entre los componentes de la biomasa comestible, estando los valores por debajo de lo reportado por los autores antes mencionados. No obstante estos niveles de fósforo están cercanos a los informados por Upadhyay *et al.* (1974) y Wahyuni *et al.* (1982) citados por Pound y Martínez (1985) de 0.17% y 0.20%, respectivamente.

Cuadro 24. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre el contenido de fósforo y calcio de hojas y tallo tierno de *L. leucocephala* durante los meses de sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Fósforo, %		Calcio, %	
	Hojas	Tallo tierno	Hojas	Tallo tierno
Noviembre ¹	0.18 ^a	0.19 ^a	2.28 ^a	0.99 ^a
Diciembre	0.21 ^a	0.20 ^a	2.02 ^a	1.08 ^a

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

6.9.2 Efecto de la poda final

En términos generales el contenido de Ca y P, tanto en hojas como en tallos tiernos, descendió entre los meses de sequía, siendo más marcada esta disminución para el caso del Ca, que mostró una fuerte caída en el mes de mayo (Cuadro 25).

En el caso del P en las hojas se observó una recuperación al final de la sequía significativamente diferente ($p < 0.05$). Funes y Díaz (1979) encontraron que el contenido de P en hojas de *Leucaena* en Cuba oscila entre 0.29-0.35% y en los tallos entre 0.25-0.27%. Vergara (1967) señala contenidos de 0.26% y Brewbaker (1986) informa un rango de 0.16 a 0.22% en el follaje.

Cuadro 25. Contenido de fósforo y calcio en las hojas y el tallo tierno de *Leucaena leucocephala* en los meses de sequía en Matanzas, Cuba luego de podas realizadas al final de la época lluviosa.

Poda final	Fósforo, %		Calcio, %	
	Hojas	Tallo tierno	Hojas	Tallo tierno
Febrero ¹	0.27 ^a	0.22 ^a	2.47 ^a	1.33 ^a
Marzo	0.19 ^{bc}	0.21 ^a	2.27 ^a	0.95 ^a
Abril	0.13 ^c	0.18 ^a	2.43 ^a	1.11 ^a
Mayo	0.20 ^b	0.17 ^a	1.42 ^b	0.75 ^a

1/ Valores con igual letra vertical no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Los datos de Ca en hojas y tallos tiernos (Cuadro 25) fueron generalmente mayores en las hojas. Funes y Díaz (1979) reportan en Cuba contenidos de Ca entre 1.18-2.43% en las hojas y entre 0.63-0.90% en los tallos tiernos. Jones (1979) da los niveles de Ca entre 1 y 2%, mientras que NAS (1977) los cita entre 0.23 y 2.36% en el follaje.

Los datos de ambos elementos en hojas y tallos son variables, y en este sentido, Norton (1994a) considera que la composición química de los árboles leguminosos forrajeros varía con el tipo de suelo (localidad), parte de la planta, edad de las hojas y estación del año.

Los estudios que expliquen con claridad las variaciones en el contenido de minerales en los árboles forrajeros son escasos y la poca información existente está fragmentada (Norton, 1994a). Los requerimientos mínimos de P en rumiantes van desde 1.2 hasta 2.4 g/kg de MS de alimento dependiendo de la función ruminal. El forraje de la biomasa comestible de los árboles es generalmente alto en P. El Ca está íntimamente relacionado con el metabolismo del P en la formación de los huesos y una relación de Ca:P de 2:1 es normalmente recomendada para las dietas de rumiantes. El Ca raramente es una limitante en el forraje de árboles (Norton 1994a).

• Experimento 2. Efecto de podas únicas y podas combinadas sobre la producción de forraje de *Leucaena leucocephala* en el período seco en Cuba.

Como ya se explicó en el epígrafe 5.3.2 en este trabajo, se sumó a las podas de febrero y marzo las mediciones efectuadas a las parcelas correspondientes a los meses de abril y mayo, respectivamente. Además, se compararon por separado los tratamientos de febrero-abril vs. abril y los de marzo-mayo vs. mayo.

7.1 Producción de materia seca comparando febrero-abril vs. abril

7.1.1 Producción de hojas

A pesar de que no se produjeron diferencias entre las podas iniciales empleadas, si se aprecia una ligera tendencia al incremento en la producción de hojas al podar en diciembre (Cuadro 26). No se presentaron interacciones entre los tratamientos.

Cuadro 26. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de hojas de *Leucaena leucocephala* podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Momentos de poda en la sequía, tm MS/ha		
	Febrero-Abril	Abril	Promedio ¹
Noviembre	0.92	0.84	0.88 ^a
Diciembre	0.76	1.23	1.00 ^a
Promedio¹	0.84 ^a	1.04 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

El comportamiento de la producción de hojas, al cortar los árboles en los meses de sequía, indica que al podar en febrero y posteriormente en abril los árboles no tienen suficiente tiempo para recuperarse del estrés provocado por la poda y la posterior sequía. Ello se demuestra cuando se observa que la producción alcanzada por la *Leucaena* cuando se corta una sola vez en abril llega a alcanzar 1.04 tm de MS/ha contra sólo 0.84 en la combinación febrero-abril.

Whiteman y Lulham (1970) sugieren que las interrupciones en el crecimiento causadas por los cortes frecuentes provocan una movilización de azúcares y aminoácidos desde las raíces para apoyar el desarrollo de las nuevas hojas y esto afecta severamente la formación de raíces y de nódulos. Posiblemente esta afectación es mayor si no están disponibles los recursos ambientales (principalmente agua) necesarios para que se logre un adecuado rebrote.

7.1.2 Producción de tallos tiernos

Las podas de febrero-abril mostraron un pequeño incremento de tallo tierno con respecto a la poda de abril lo cual puede estar relacionado con la respuesta de la planta a formar, después de la poda, tallos tiernos ya que es allí donde se encuentran los puntos de crecimiento que facilitan el desarrollo de las hojas después de la defoliación (Cuadro 27). No ocurrieron interacciones entre los tratamientos

Cuadro 27. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de tallos tiernos de *Leucaena leucocephala* podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Momento de poda en la sequía, tm MS/ha		
	Febrero-Abril	Abril	Promedio ¹
Noviembre	0.14	0.09	0.12 ^a
Diciembre	0.15	0.14	0.14 ^a
Promedio¹	0.15 ^a	0.11 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

7.1.3 Producción de biomasa comestible

La sumatoria de la biomasa comestible de la poda combinada de febrero y abril (Cuadro 28) fue menor que la observada en la poda única de abril. Desde el punto de vista productivo este es un importante criterio de decisión para no cortar la *Leucaena* con esta combinación de podas y, sobre la base de estos resultados, es posible sugerir que, para obtener adecuadas cantidades de forraje durante la época de sequía, es preferible no efectuar los dos cortes.

Otro elemento de tener en cuenta es que las plantas, al estar sometidas a cortes tan frecuentes (febrero y abril) y no poseer los recursos ambientales adecuados para recuperarse, es probable que sufran un fuerte estrés que puede repercutir negativamente en su producción de biomasa comestible futura. Al respecto Karim *et al.* (1991) encontraron, en Sierra Leona, que las podas cada tres meses en *Leucaena* eran más productivas que las efectuadas mensualmente y que esta disminución de la productividad era más evidente en el período de sequía.

Cuadro 28. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de biomasa comestible de *Leucaena leucocephala* podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Momento de poda en la sequía, tm MS/ha		
	Febrero-Abril	Abril	Promedio ¹
Noviembre	1.06	0.93	1.00 ^a
Diciembre	0.91	1.34	1.14 ^a
Promedio ¹	0.99 ^a	1.14 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

7.1.4 Producción de tallos leñosos

El mes de poda inicial no afectó estadísticamente la producción entre tratamientos de tallos leñosos, aunque se observó una mayor producción al podar en el mes de diciembre (Cuadro 29). No se presentó interacción entre los tratamientos.

Cuadro 29. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de tallos leñosos de *Leucaena leucocephala* podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.

Poda Inicial	Momento de poda en la sequía, tm MS/ha		
	Febrero-Abril	Abril	Promedio ¹
Noviembre	0.40	0.61	0.51 ^a
Diciembre	0.42	0.96	0.69 ^a
Promedio ¹	0.41 ^b	0.79 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Al interpretar el efecto de los regímenes de poda empleados en la época seca sobre la producción de tallos leñosos, se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) a favor de la poda de abril. Esto está relacionado con la posibilidad que tuvo la planta de recuperarse del estrés ocasionado por la poda y la sequía debido al tiempo que transcurrió entre una poda y otra. Sobre este aspecto Stür *et al.* (1994) señalan, bajo similares condiciones, que posiblemente las plantas logran alcanzar la tercera fase de crecimiento, en la cual la mayor parte de los recursos se destinan a la producción de tejido leñoso. Para el caso de los cortes más frecuentes (febrero-abril) las podas rindieron menos tallo leñoso lo cual indica que las plantas estuvieron sometidas continuamente a dos fases consecutivas de recuperación (Karim *et al.*, 1991) en las cuales las plantas necesitaron utilizar sus reservas en rebrotar y en la formación de hojas pero sin llegar a la tercera fase que es donde se forman los tejidos leñosos (Stür *et al.*, 1994).

7.1.5 Producción total

La producción total de las plantas al utilizar podas únicas y combinadas a la *L. leucocephala* durante el período seco en Cuba se pueden apreciar en el Cuadro 30.

Cuadro 30. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de biomasa total de *Leucaena leucocephala* podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Momento de poda en la sequía, tm MS/ha		
	Febrero-Abril	Abril	Promedio ¹
Noviembre	1.46	1.54	1.51 ^a
Diciembre	1.33	2.30	1.83 ^a
Promedio ¹	1.40 ^b	1.92 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Entre los meses de poda inicial se detectó un ligero incremento de la producción total en el mes de diciembre (Cuadro 30) aunque no significativo ($p < 0.05$). En los meses de poda final se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la poda de abril con respecto a la poda combinada de febrero-abril. Al respecto se informa por Richards (1993) que, cuando se aplica una defoliación total, las reservas son la única fuente de energía de las plantas, tanto para la respiración de los tejidos vivos (tallos, ramas y raíces) como para la emisión de los rebrotes, por lo que ocurre inicialmente un balance negativo de carbono, el cual se prolonga hasta que la actividad fotosintética de las nuevas hojas sea capaz de sostener el crecimiento y la respiración. En este experimento la clara disminución de todos los componentes de las plantas en las podas combinadas

permite inferir que, para una defoliación total y frecuente (como es el caso), son necesarios intervalos más largos entre defoliaciones para recuperar las reservas de las plantas gastadas en el rebrote (Stür *et al.* 1994).

7.2 Producción de materia seca comparando marzo-mayo vs. mayo

7.2.1 Producción de hojas

En el Cuadro 31 se muestra la producción en tm de MS/ha de las hojas de *Leucaena* para las podas iniciales y finales estudiadas.

Las podas iniciales realizadas a los árboles de *Leucaena* no tuvieron influencia sobre los rendimientos de este componente de la biomasa.

Cuadro 31. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de hoja de *Leucaena leucocephala* podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Momento de poda en la sequía, tm MS/ha		
	Marzo-Mayo	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	1.63	1.43	1.53 ^a
Diciembre	1.70	1.22	1.46 ^a
Promedio ¹	1.67 ^a	1.33 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Contrariamente a lo obtenido en el primer experimento, la producción de hoja fue superior en el tratamiento combinado marzo-mayo, donde se alcanza un valor de 1.67 tm de MS/ha sin diferir ($p < 0.05$) en la obtenida con la poda única. Estos resultados indican que la utilización de una poda en marzo y otra en mayo puede favorecer la producción de hojas en las plantas, lo cual probablemente está relacionado con el mayor tiempo transcurrido entre los momentos de poda en experimentación y que permite a la planta recuperar las reservas utilizadas en el rebrote y en la formación de hojas. Es importante resaltar que entre los meses de la poda inicial y la poda de mayo transcurre un período de aproximadamente cinco meses y en el caso de la poda combinada pasan casi tres meses para la poda de marzo y cerca de dos meses para la poda de mayo.

7.2.2 Producción de tallos tiernos

El Cuadro 32 muestra que no hubo efecto de los cortes efectuados en los meses finales del período lluvioso sobre la producción de tallos tiernos en *Leucaena*.

Cuadro 32. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de tallos tiernos de *Leucaena leucocephala* podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Momento de poda en la sequía, tm MS/ha		
	Marzo-Mayo	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	0.22	0.09	0.16 ^a
Diciembre	0.28	0.05	0.16 ^a
Promedio ¹	0.26 ^a	0.07 ^b	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

En cuanto a la producción de tallos tiernos, el tratamiento combinado marzo-mayo difirió significativamente ($p < 0.05$) del único de mayo y aparentemente fue el componente de la planta que tuvo un mayor efecto en que la biomasa comestible produjera más. Se debe enfatizar que los resultados del trabajo analizado con anterioridad (febrero-abril vs abril) reflejan una tendencia similar a esta, lo cual permite conjeturar que en *Leucaena* inmediatamente después de una defoliación, se produce una importante cantidad de tallo tierno que va disminuyendo en la medida que los intervalos entre cortes se hacen más largos. No hubo interacción entre tratamientos.

7.2.3 Producción de biomasa comestible

Los meses de poda inicial no influyeron en la producción de biomasa comestible. Por otra parte, independientemente de que no hubo diferencias entre las podas marzo-mayo con respecto a mayo, es importante consignar que productivamente el empleo de la defoliación combinada asegura mayores cantidades

de forraje que efectuar una poda única. Esto permite sugerir que en el período seco de Cuba es probable efectuar a la *Leucaena* dos cortes (uno en marzo y otro en mayo) para garantizar adecuadas cantidades de forraje para la alimentación animal (Cuadro 33).

Cuadro 33. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de biomasa comestible de *Leucaena leucocephala* podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Momento de poda en la sequía, tm MS/ha		
	Marzo-Mayo	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	1.85	1.52	1.67 ^a
Diciembre	1.98	1.27	1.63 ^a
Promedio ¹	1.92 ^a	1.40 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Finalmente, se puede añadir que las cantidades de forraje obtenidas con el sistema de podas de marzo-mayo se puede incrementar con la utilización de densidades de siembra más altas, que garanticen una mayor producción por área.

7.2.4 Producción de tallo leñoso

La producción de tallo leñoso no estuvo afectada por los momentos de corte inicial evaluados en este ensayo (Cuadro 34); pero si por las podas en la sequía, donde la combinación marzo-mayo, presentó menores rendimientos que la poda de mayo, aunque si se compara con la combinación de podas de febrero-abril se detecta que la producción en esta fracción es casi el doble.

Cuadro 34. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de tallos leñosos de *Leucaena leucocephala* podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Momento de poda en la sequía, tm MS/ha		
	Marzo-Mayo	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	0.72	1.14	0.95 ^a
Diciembre	1.01	0.87	0.93 ^a
Promedio ¹	0.85 ^a	1.01 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Al profundizar sobre esta tendencia es probable hipotetizar que, cuando la planta es cortada en marzo y posteriormente en mayo, se cuenta con un período de tiempo lo suficientemente largo como para recuperar parte de las reservas gastadas en el rebrote y que, posiblemente, las plantas puedan alcanzar la tercera fase de crecimiento, en la cual gran parte de los recursos se destinan a la formación de tallos leñosos (Stur *et al.*, 1994). Esto probablemente permita un adecuado balance entre la producción de las fracciones comestibles de la planta con la leñosa y facilita una mejor recuperación de la planta ante la poda y la sequía.

7.2.5 Producción total

En cuanto a la producción total de materia seca las podas de noviembre y diciembre no influyeron en la producción de MS (Cuadro 35). No hubo interacción entre tratamientos. Sin embargo, existe una clara tendencia a que se incremente la producción total de *Leucaena* al cortar las plantas en marzo y mayo con respecto a podar en mayo solamente. Al respecto Ferraris (1979) reporta, en un experimento desarrollado durante dos años con *Leucaena* en Queensland, Australia que era probable con intervalos de corte de dos meses, rendimientos anuales de hasta 13.7 tm de MS/ha aunque no especifica que porcentaje de estos rendimientos es obtenido en el período seco.

Cuadro 35. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de biomasa total de *Leucaena leucocephala* podada una y dos veces durante la sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Momento de poda final, tm MS/ha		
	Marzo-Mayo	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	2.57	2.66	2.63 ^a
Diciembre	2.99	2.14	2.57 ^a
Promedio ¹	2.78 ^a	2.40 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Aunque hay varios estudios que comparan frecuencias de corte en *Leucaena*, en uno de ellos se señala que los resultados de los experimentos de poda eran difíciles de interpretar debido a su dependencia con las condiciones existentes en la región de estudio, pero señalan que intervalos de corte más largos dan como resultado una producción de biomasa total más alta debido principalmente a la contribución del material leñoso (Horne *et al.*, 1986). Sin embargo, basado en los resultados del presente trabajo se puede deducir que, en condiciones climáticas adversas (falta de agua), la *Leucaena*, al podarse con intervalos de corte largos es capaz de producir apreciables cantidades de biomasa comestible.

En general, los rendimientos de MS por área, incluso cuando son usados dos cortes son bajos. Esto es probable que se deba en primer lugar, a las bajas densidades de plantación y en segundo a las condiciones climáticas prevalecientes en la zona. El suelo en que se desarrolló el trabajo (Cuadro 3) es muy favorable a las características nutricionales de la *Leucaena* (Cooksley, 1974) y por tanto se puede descartar como un posible factor adverso.

Con relación al clima el Cuadro 2 muestra las condiciones climáticas prevalecientes en el período de experimentación. Del mismo se puede inferir que la baja producción de MS puede ser consecuencia de la baja precipitación y de los niveles de evaporación presentes, cuyo efecto combinado puede provocar un marcado desbalance hídrico en el vegetal y con ello un retraso en el crecimiento y una baja producción de biomasa. Además debe tomarse en cuenta el efecto depresivo que pudieron ocasionar las bajas temperaturas mínimas existentes. Machado y Nuñez (1994) al evaluar un grupo de variedades de *Leucaena* en Indio Hatuey, Cuba, también observaron la tendencia ya señalada con relación al decrecimiento de los rendimientos de las variedades de *Leucaena* ante una situación climatológica similar. Estos autores también señalan que la no utilización de fertilizantes como medio reparador de la fertilidad del suelo (que en este caso es media) también influyó en la poca producción obtenida. No debe descartarse el efecto depresivo del fotoperíodo que en las condiciones de Cuba implica de dos a tres horas menos de luz en la época seca con respecto a la estación lluviosa.

7.3 Análisis conjunto de algunos factores que influyeron en la producción de materia seca de las podas únicas y combinadas

En el período comprendido para el primer corte (febrero y marzo) cayeron 168.8 mm de lluvia contra 87.2 en el período transcurrido para el segundo corte (abril y mayo), independientemente de si las podas se efectuaron solas o combinadas. En *Leucaena* la humedad del suelo es un factor crítico al igual que la precipitación y su distribución, independientemente de que esta planta posee un profundo sistema radicular y tolere la sequía (Oakes y Skod, 1967). Febles, Monzote y Ruiz (1987) informan que, en la región oriental de Guantánamo, Cuba, que es la más seca del país, esta planta se mantiene verde y con cierto crecimiento aún en el período seco cuya precipitación no es superior a 170 mm. Brewbaker y Hutton (1979) sugieren que la resistencia a la sequía de la *Leucaena* está asociada, entre otros factores, a la habilidad de sus pínulas de interceptar la humedad del aire ocasionada por la neblina.

Ruiz *et al.* (1992) al evaluar el comportamiento de 9 ecotipos y variedades de *Leucaena* durante tres años en Cuba, obtuvieron que todos los ecotipos o variedades estudiados (cortados durante dos ocasiones en el período seco), dentro de este período mostraron su capacidad para rebrotar sin desaparecer, lo que constituye un hecho a destacar para esta especie.

Tal vez un aspecto que es necesario considerar en futuros trabajos de este tipo, sea monitorear los posibles efectos que pueden provocar las podas reiteradas en la sequía sobre los rendimientos a largo plazo de biomasa comestible.

7.4 Materia seca digestible y proteína cruda total para podas únicas y combinadas

7.4.1 Efecto de la poda final

En el Cuadro 36 se muestran los resultados de producción de proteína bruta total y de materia seca digestible, obtenidos al utilizar como tratamientos una y dos podas en el período seco en Cuba y puede observarse que los rendimientos de PB y de MSD están muy correlacionados con la producción de MS total reportada en los epígrafes donde se discute esta variable.

La cantidad de PB y de MSD difirieron estadísticamente ($p < 0.05$) en el tratamiento marzo-mayo, con relación a los demás tratamientos estudiados. Esto se debe a que la producción de MS fue mayor en este tratamiento. Como se puede apreciar, la contribución de la *Leucaena* en proteína y en forraje digerible con la poda combinada marzo-mayo puede significar un importante aporte a los alimentos de baja calidad que normalmente se ofrecen a los animales durante el período seco en Cuba.

Cuadro 36. Efecto de los cortes al final del período lluvioso sobre la producción de proteína y materia seca digestible de *Leucaena leucocephala* podada dos veces durante la sequía.

Poda final	Producción, kg/ha	
	Proteína bruta total	Materia seca digestible
Febrero-Abril ¹	338 ^b	563 ^c
Abril	231 ^c	650 ^{cb}
Marzo-Mayo	479 ^a	1113 ^a
Mayo	362 ^b	829 ^b

1/Valores con igual letra vertical no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

7.5 Producción de pastos y forrajes durante el período seco en Cuba

En Cuba y otras islas del Caribe la disminución en la productividad de los forrajes en la sequía es drástica. En el Cuadro 37 se realizó una recopilación bibliográfica de los rendimientos en MS y PB de varios pastos y forrajes comúnmente empleados en Cuba y se compararon con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Cuadro 37. Producción estacional de materia seca y de proteína bruta de algunos forrajes y la *Leucaena* en el período seco en Cuba.

Especies de plantas forrajeras	Producción (tm MS/ha) ²		% en sequía de MS	Kg de PB en sequía	Fuente
	Lluvia	Seca			
Guinea likoni ¹	7.2	4.9	40	515.0	Iglesias <i>et al.</i> (1994)
Pasto natural ¹	4.8	1.9	37	59.0	Hernández <i>et al.</i> (1986)
King grass ²	12.8	4.2	29	8.5	Salinas, 1979
Manejo de poda de <i>Leucaena</i>					
Dic-Mayo		1.5		450.0	Hernández, 1996
Dic-Mar-Mayo		2.0		610.0	Hernández, 1996

1/ La producción fue obtenida sin riego ni fertilización

2/ Datos estimados para la provincia de la Habana en 1979

Como ha sido señalado con anterioridad, los períodos de sequía provocan que los pastos y otros forrajes mueran o disminuyan drásticamente su productividad; mientras que los árboles, en este caso la *Leucaena*, no detienen su crecimiento debido al tamaño de su raíz que les permite explotar la humedad del suelo a perfiles más profundos (Gutteridge y Shelton, 1994c). Por esta razón, si se logra determinar una forma adecuada de manejar los árboles forrajeros, se pueden producir apreciables cantidades de biomasa, con un alto valor nutritivo, para disminuir el déficit de alimento que se produce durante la época de seca.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran que la *L. leucocephala* cv Cunningham es capaz de proveer apreciables cantidades de forraje durante la época de seca llegando a alcanzar en el tratamiento combinado marzo-mayo una producción total de 2.78 tm de MS/ha de las cuales 1.92 t de MS/ha son comestibles. De acuerdo con los cálculos efectuados esta cantidad de biomasa comestible es capaz de proveer en la sequía 479 kg de proteína/ha y además de esa fracción comestible son digeribles 1113 kg de MS/ha.

Al hacer una reflexión sobre los altos costos que han alcanzado los concentrados en el mundo, es innegable que el empleo de la *Leucaena* como suplemento a la dieta animal es una alternativa viable, aunque necesariamente el proceso de adopción de esta tecnología, conlleva estudios económicos más profundos, para definir con precisión las bondades de la tecnología.

Por otro lado la continuidad de este ensayo en el tiempo será el rasero más apropiado para determinar si, biológicamente, el manejo de podas propuesto es el más adecuado para esta planta.

8. CONCLUSIONES

1. Al podar la *Leucaena* al final del período lluvioso en Cuba, se impide o se retrasa su floración y se estimula el crecimiento vegetativo que permite disponer de forraje en el período seco para la alimentación animal.
2. Mientras más cerca de la época seca se efectúa la poda inicial, la producción de biomasa, en intervalos fijos de poda y la tasa de crecimiento (rebrote) de la *Leucaena* aumentan. Posiblemente debido a una mayor acumulación de reservas de la planta.
3. Las tasas de crecimiento en materia seca de las hojas y los tallos tiernos fueron mayores con la poda inicial de diciembre y mostraron una tendencia a estabilizarse a partir de los meses de abril y mayo mientras que el crecimiento de los tallos leñosos tiende a aumentar ligeramente con el tiempo.
4. Al prolongarse el intervalo entre las defoliaciones en *Leucaena leucocephala* ocurre una mayor formación de tejido leñoso, lo cual se refleja en un aumento de la altura.
5. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca de las fracciones de la biomasa comestible se mantiene constante a lo largo de la estación seca, mientras que el contenido de proteína bruta es variable en las hojas y disminuye al final de la sequía en el tallo tierno.
6. Los contenidos de P y Ca en las hojas y los tallos tiernos disminuyeron ligeramente en los meses finales de la sequía, siendo más marcada esta disminución en los tallos tiernos.
7. El efecto de la poda doble sobre la producción durante la sequía depende del mes en que se haga, ya que la combinación febrero-abril tuvo menos rendimiento que la poda única de abril; mientras que, la combinación marzo-mayo produjo más que la poda única de mayo. Esto posiblemente se relaciona con el intervalo inicial de poda ya que la planta puede acumular más reservas.
8. El manejo de la poda combinada (marzo-mayo) puede ser una alternativa viable de producción de forraje de alto valor nutritivo para suplementar las dietas de baja calidad empleadas en la alimentación animal en el período seco de Cuba.
9. La *L. leucocephala* demostró que, aún bajo condiciones de recursos ambientales escasos (en este caso agua), es capaz de responder a las podas al final del período lluvioso produciendo apreciables cantidades de biomasa comestible.

9. RECOMENDACIONES

1. Continuar la evaluación del experimento durante varios años para obtener información sobre la sostenibilidad de la producción de forraje de *Leucaena* cuando se poda sistemáticamente en la época de sequía.
2. Estudiar los momentos de poda, aquí propuestos, bajo otros arreglos espaciales y otras densidades de siembra así como diferentes alturas para determinar la posible maximización de la producción de forraje de *Leucaena* por unidad de área.
3. Iniciar estudios que permitan explicar las variaciones estructurales y fisiológicas de los árboles forrajeros al estar sometidos a defoliaciones frecuentes y bajo situaciones climatológicas adversas para su buen desarrollo.
4. Evaluar podas iniciales en meses más críticos (enero o febrero) para probar la hipótesis de que la *Leucaena* incrementa sus reservas a medida que aumenta la sequía o se está más cerca de la floración.
5. Analizar las ventajas bio-económicas de las podas estratégicas de *Leucaena* para la producción de forraje en épocas críticas con respecto a los métodos tradicionalmente utilizados para alimentar el ganado en la sequía.

10. LITERATURA CONSULTADA

- A. O. A. C., 1965. *In*: Official methods of analysis of the AOAC. 10th Ed. Washington, D. C. 452 p.
- ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos de Cuba, La Habana. 265 p.
- ARAYA, J.; BENAVIDES, J. E.; ARIAS, R., RUIZ, A. 1994. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero. *In*: J. E. Benavides, ed. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. 1. Serie Técnica, Informe Técnico N° 236. Turrialba, C. R. CATIE. p. 31-64.
- BAGGIO, A. J. 1982. Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., U. C. R.-CATIE. 91 p.
- BANDA, J.L.L.; AYOADE, J.A. 1986. Leucaena leaf hay (*Leucaena leucocephala* cv Perú) as protein supplement for malawian goats fed chopped maize stover. *In*: Preston, T. R.; Nuwanyapka, M. Y., eds. Towards optimal feeding of agricultural by-products to livestock Africa. ILCA, Addis Ababa, Ethiopia. p. 84-96.
- BARNARD, C. 1967. Australian herbage plant register. C. S. I. R. O. Plant Division Plant Industry.
- BARRIENTOS, A.; RUIZ, T. E.; FEBLES, G.; CASTILLO, E.; MORA, C. 1991. Una nota técnica sobre la utilización de tres insecticidas en el control de *Heteropsylla cubana* en *Leucaena leucocephala*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, (Cuba). 25(2):205-209.
- BEER, J. W. 1989. Experiencias con cercas de árboles forrajeros en Costa Rica y Nicaragua. *In*: Beer, J. W.; Fassbender, H. W.; Heuveldop, J., eds. Avances en la investigación agroforestal. Turrialba, C. R. CATIE-GTZ. 244-253.
- BELIARD, C. 1984. Producción de biomasa de *Gliricidia sepium* en cercas vivas bajo tres frecuencias de poda. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., U. C. R.-CATIE. 97 p.
- BENAVIDES, J. E. (ed.). 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. 2 v. Serie Técnica, Informe Técnico N° 236. Turrialba C. R. CATIE. 721 p.
- BLAIR, G.; CATCHPOOLE, D.; HORNE, P. 1990. Forage tree legumes, their management and contribution to the nitrogen economy of wet and humid tropical environments. *Advances in Agronomy*, (USA). 44:27-54.
- BLOM, P. S. 1980. Leucaena a promising versatile leguminous tree for the tropics *Abstracts on Tropical Agriculture* (Trinidad). 6(3):9-17.
- BOREL, R. 1994. Diseño y manejo de sistemas agroforestales. Taller Internacional sobre Tecnologías Agroforestales: Diseño y Manejo, septiembre, 1993. *In*: Agroforestería para el Ecodesarrollo. Curso Internacional de Entrenamiento. Material de estudio. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. UACH, Mexico. p.470-489.
- BREWBAKER, J. L. 1975. "Hawaiian Giant" Koa Haole. Hawaii Agricultural Experiment Station Miscellaneous Publication 125. University of Hawaii, College of Tropical Agriculture, Honolulu. 4 p.
- BREWBAKER, J. L. 1986. Leguminous trees and shrubs for Southeast Asia and the South Pacific. *In*: Blair G. J.; Ivory D. A.; Evans T. R., eds. Forages in Southeast Asia and South Pacific Agriculture. ACIAR Proceedings Series N° 12. Australia. p. 43-50.
- BREWBAKER, J. L.; HEDGE, N.; HUTTON, E.M.; JONES, R.J.; LOWRY, J. B.; MOOG, F.; VAN DEN BELDT, R. 1985. Leucaena - Forage production and use. NFTA, Hawaii. 39 p.
- BREWBAKER, J. L.; HUTTON, E. M. 1979. Leucaena: versatile tropical tree legume. *In*: Richie, G. A., ed. New agriculture crops. Boulder Colorado. USA. Westview Press. p. 207-259.
- CASTILLO, A. C.; MOOG, F.A.; AVANTE, D.C. 1979. Effects of row arrangement and plant density on herbage production and growth of ipil-ipil. 16th Annual Convention of the Phillippine Society of Animal Science. Phillippines.
- COOKSLEY, D. G. 1974. A study of preplanting herbicide, nitrogen, burning and post-emergence cultivation of on the establishment of *Leucaena leucocephala*. *Queensland Journal of Agriculture and Animal Science*, (Australia). 31(3):271.

- DAS, R. B.; DALVI, G. S. 1981. Effect of interval and intensity of cutting *Leucaena leucocephala*. *Leucaena Research Reports*. NFTA. 2:21.
- DAVISON, S. 1987. Adopting *Leucaena* - achievement and a new problem. *Rural Research*, (Australia). 134:22-27.
- DIJKMAN, M. J. 1950. *Leucaena glauca* a promising soil erosion control plant. *Economic Botany*, (USA). 4:337-349.
- DUNCAN, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*. 11:1-42.
- ELLA, A.; BLAIR, G. J.; STÜR, W. W. 1991. Effect of age forage tree legumes at the first cutting on subsequent production. *Tropical Grasslands*, (Australia). 25(3):275-280.
- FEBLES, G.; MONZOTE, MARTA; RUIZ, T. E. 1987. La planta. In: *Leucaena una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico*. EDICA. ICA, La Habana, Cuba. p 3-29.
- FERRARIS, R. 1979. Productivity of *Leucaena leucocephala* in the wet tropics of north Queensland. *Tropical Grasslands*, (Australia). 13(1):20-27.
- FISKE, C. H.; SUBARROW, Y. 1925. *Journal of Biological Chemistry*, (USA). 66:375.
- FUNES, F.; DIAZ, L. E. 1979. I I Reunión ACPA. La Habana, Cuba. p. 138.
- GARCIA TRUJILLO, R. 1977. Alimentación de vacas lecheras basada en la utilización de los pastos y forrajes y sus formas preservadas (mimeo). Folleto de trabajo. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. p. 24.
- GUEVARRA, A. B.; WHITNEY, A. S.; THOMPSON, J. R. 1978. Influence of intra-row spacing and cutting regimes on the growth and yield of *Leucaena*. *Agronomy Journal*, (USA). 70(6):1033-1037.
- GUTTERIDGE, R. C.; SHELTON H. M. (eds). 1994a. *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. Wallingford, G. B., CAB International. 389 p.
- GUTTERIDGE, R. C.; SHELTON, H. M. 1994b. El campo y el potencial de las leguminosas arbóreas en la agroforestería. In: Krishnamurthy, L.; Leos, J. A., eds. *Agroforestería en desarrollo: Educación, investigación y extensión*. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. UACH, México. p 17-43.
- GUTTERIDGE, R. C.; SHELTON, H. M. 1994c. The role of forage tree legumes in cropping and grazing systems. In: Gutteridge, R. C.; Shelton, H. M., eds. *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. Wallingford, G. B., CAB International. p. 3-14.
- GUTTERIDGE, R. C.; STÜR, W. W. 1994. Seed production of forage tree legumes. In: Gutteridge, R. C.; Shelton, H. M., eds. *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. Wallingford, G. B., CAB International. p. 168-176.
- GUTTERIDGE, R.C. 1990. Agronomic evaluation of tree and shrub species in southeast Queensland. *Tropical Grasslands*, (Australia). 24(1):29-36.
- GUTTERIDGE, R.C.; MACARTHUR, S. 1988. Productivity of *Gliricidia sepium* in a subtropical environment. *Tropical Agriculture*, (Trinidad). 65(3):275-276.
- HEGARTY, M. P.; LEE, C. P.; CHRISTIE, G. S.; COURT, R. D.; HAYDOCK, K. P. 1979. The goitrogen 3-hydroxy-4(1H)-pyridone, a ruminal metabolite from *L. leucocephala*: Effects in mice and rats. *Australian Journal of Biological Science*, (Australia). 32:27-40.
- HEGARTY, M. P.; SHINCKEL, P. G.; COURT, R. D. 1964. Reaction of sheep to the consumption of *Leucaena glauca* Benth. and to its toxic principle mimosine. *Australian Journal of Agricultural Research* (Australia). 15:168-179.
- HERNÁNDEZ, C. A.; ALFONSO, A.; DUQUESNE, P. 1987. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. II. Ceba final. *Pastos y Forrajes*, (Cuba). 10(3):246-255.
- HERNÁNDEZ, M. 1988. Efectos de las podas al final de la época lluviosa en cercos vivos de piñón cubano (*Gliricidia sepium*) sobre la producción y calidad nutritiva de la biomasa en la época seca. Tesis Mg. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 106 p.

- HERNÁNDEZ, M.; BENAVIDES, J. E. 1994. Podas estratégicas en cercos vivos de piñon cubano (*Gliricidia sepium*) para la producción de forraje en la época seca . In: J. E. Benavides, ed. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. 2. Serie Técnica, Informe Técnico N° 236. Turrialba, C. R. CATIE. p. 559-582.
- HERRERA, P. G. 1967. Altura de corte y de planta en guandul y acacia forrajera. Agricultura Tropical, (Colombia). 23(1): 34-42.
- HORNE, P. M.; CATCHPOOLE, D. W.; ELLA, A. 1986. Cutting management of tree and shrub legumes. In: Blair G. J.; Ivory D. A.; Evans T. R., eds. Forages in Southeast Asia and South Pacific Agriculture. ACIAR Proceedings Series N° 12. Australia. p. 164-169.
- HUTTON, E. M.; BETTIE, W. M. 1976. Field characteristics in the three bred lines of the legume *Leucaena leucocephala*. Tropical Grasslands (Australia). 10(3):187-192.
- IGLESIAS, J. M.; SIMÓN, L.; DOCAZAL, G.; AGUILAR, A.; DUQUESNE, P. 1994. Asociaciones y/o bancos de proteína: alternativas para la cría de hembras en desarrollo de condiciones de bajos insumos. Pastos y Forrajes, (Cuba). 17(1):83-88.
- ILCA. 1987. *Leucaena* feeding trials. In: In International Livestock Centre for Africa Annual Report for 1986-87. Addis Ababa, Ethiopia. p 39-40.
- ISARASANEE, A.; SHELTON, H. M.; JONES, R. M.; BUNCH, G. A. 1985. Accumulation of edible forage of *Leucaena* dry season feed. *Leucaena* Research Reports. NFTA. 5:3-4.
- JAMA, B.; NAIR, P. K. R. 1989. Effect of cutting height of *Leucaena leucocephala* hedges on production of seeds and green leaf manure at Machakos, Kenya. *Leucaena* Research Reports. NFTA. 10:46-48.
- JONES, R. J. 1979. The value of *Leucaena leucocephala* as a feed for ruminants in the tropics. World Animal Review . 31:13-23.
- JONES, R. J.; LOWRY, J. B. 1984. Overcoming problems of fodder quality in agroforestry systems. In: Avery, M. E.; Cannell, M. G. R.; Ong, C. K., eds. Applications of biological research in Asian Agroforestry. Winrock International, Arkansas, USA. p. 259-275.
- JONES, R. M.; CARTER, E. D. 1989. Demography of pasture legumes. In: Marten, G. C.; Matches, A. G.; Barnes, R. F.; Brougham, R. W.; Clements, R. J.; Sheath, G. W., eds. Persistence of forage legumes. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, p 139-158.
- JONES, R. M.; JONES, R. J. 1984. The effect of *Leucaena leucocephala* on liveweight gain, thyroid size and thyroxine levels of steers in Southeastern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (Australia). 24(1):4-9.
- KARIM, A. B.; RHODES, E. R.; SAVILL, P. S. 1991. Effect of cutting height and cutting interval on dry matter yield of *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. Agroforestry Systems, (Nether.). 16(2):129-137.
- KASS, M.; RODRIGUES, G. 1987. Manual de evaluación nutricional de pastos y forrajes. Turrialba, C. R., CATIE-Departamento de Producción Animal. 48 p. (mimeografiado).
- KEENS-DUMAS, M. J. 1983. Feeding of sheep , a broad view of practices carried out in Tobago. In: Workshop on feeding of animals in the Caribbean. Trinidad and Tobago, CARDI. p. 47-54.
- KRISHNAMURTHY, K.; MUNEGOWDA, M. K.. 1982a. Effect of cutting and frequency regimes on the herbage yield of *Leucaena*. *Leucaena* Research Reports. NFTA. 3:31.
- KRISHNAMURTHY, K.; MUNEGOWDA, M. K. 1982b. Forage yield of *Leucaena*, var. K8, under rained conditions. *Leucaena* Research Reports. NFTA. 3:25.
- MACHADO, R.; MILERA, M.; MENÉNDEZ, J.; GARCÍA-TRUJILLO, R. 1978. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Pastos y Forrajes (Cuba). 1(3): 321-348.
- MACHADO, R.; NÚÑEZ, C. A. 1994. Caracterización de variedades de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje. I. Variabilidad morfológica. Pastos y Forrajes, (Cuba). 17(2):107-116.
- MESA, A.; SUÁREZ, O. 1986. Los suelos ganaderos de Cuba. In: Sistachs, M.; Crespo, G.; Febles, G.; Herrera, R. S.; Ruiz, T. E., eds. Los pastos en Cuba. Vol. 1. Producción. Segunda Edición. EDICA. ICA, La Habana, Cuba. p. 86-102.

- MOCHIUTTI, S. 1995. Comportamiento agronómico y calidad nutritiva de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. bajo defoliación manual y pastoreo en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, C.R. 144 p.
- MOOG, F. A. 1986. Forages in integrated food cropping systems. In: Blair G. J.; Ivory D. A.; Evans T. R., eds. Forages in Southeast Asia and South Pacific Agriculture. ACIAR Proceedings Series N° 12. Australia. p. 152-156.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. 1977. Leucaena: Promising forage and tree crop for the tropics. National Academy Press, Washington DC, USA, NAS. 115 p.
- NORTON, B. W. 1994a. The nutritive value of tree legumes. In: Gutteridge, R. C.; Shelton, H. M., eds. Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Wallingford, G. B., CAB International. p. 177-191.
- NORTON, B. W. 1994b. Tree legumes as dietary supplements. In: Gutteridge, R. C.; Shelton, H. M., eds. Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Wallingford, G. B., CAB International. p. 192-201.
- NORTON, B. W. 1994c. Anti-nutritive and toxic factors in forage tree legumes. In: Gutteridge, R. C.; Shelton, H. M., eds. Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Wallingford, G. B., CAB International. p. 202-215.
- NORTON, B. W.; KAMAU, F. K.; ROSEVEAR, R. 1992. The nutritive value of some tree legumes as supplements and sole feed for goats. In: Reodecha, C.; Sangid, S.; Bunyavetchewin, P., eds. Recent advances in animal nutrition. Proceedings of the Sixth AAAP Animal Science Congress, 23-28 November, 1992. Sukothai, Thammathirat Open University, Nonthaburi, Thailand. Vol. 3., p. 151.
- OAKES, A. J.; SKOD, D. 1967. Yields trials of Leucaena in the U. S. Virgin Islands. Journal of Agriculture University of Puerto Rico, (P. R.). 51(2):176-181.
- OZMAN, A. M. 1981. Effects of cutting interval on the relative dry matter production of four cultivars of Leucaena. Leucaena Research Reports. NFTA. 2:33-34.
- PATHAK, P. S.; RAI, P.; ROY, R. D. 1980. Forage production from koo-babool (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit). 1. Effect of plant density, cutting intensity and interval and interval. Forage Research, (India). 6(1):83-90.
- PÉREZ INFANTE, F. 1986. Principales factores que afectan al pasto como alimento. In: Sistachs, M.; Crespo, G.; Febles, G.; Herrera, R. S.; Ruiz, T. E., eds. Los pastos en Cuba. Vol. 1. Producción. Segunda Edición. EDICA. ICA, La Habana, Cuba. p. 753-784.
- PEREZ, P.; MELENDEZ, P. 1980. The effect of height and frequency of defoliation on formation of buds of *Leucaena leucocephala* in the state of Tabasco, Mexico. Trop. Anim. Prod. 5(3):278-282.
- PEZO, D. 1981. La calidad nutritiva de los forrajes. In: Producción y utilización de forrajes en el trópico. Turrialba, C. R., CATIE. p. 70-103.
- POUND, B.; MARTÍNEZ-CAIRO, L. 1985. Leucaena, su cultivo y utilización. Londres, G. B., Overseas Development Administration. 289 p.
- PRESTON, T. R.; LENG, R.A. 1990. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de ruminantes en el trópico. Condit, Cali, Colombia. 312 p.
- REYNOLDS, C.; ATTA-KRASH, A.N. 1986. Alley farming with livestock. In: Kang, B.T.; Reynolds, L., eds. Alley farming in the humid and subhumid tropics. Proceedings of an international workshop held at Ibadan, Nigeria. p. 27-36.
- RICHARDS, J. H. 1993. Physiology of plants recovering from defoliation. In: Proceedings of the 17th International Grassland Congress. Palmerston North, New Zealand. v. 1. p. 85-93.
- RUIZ, T. E.; FEBLES, G.; FUNES, F.; DIAZ, L. E.; BERNAL, G. 1992. Evaluación inicial de ecotipos y variedades de *Leucaena leucocephala* en Cuba. I I. Rendimiento y desarrollo. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, (Cuba). 26(1):99-105.
- S. A. S, 1985. SAS user's guide: Statistics. Cary, USA, SAS Institute Inc. 629 p.
- SALINAS, A. 1979. Documento de trabajo de balance forrajero de provincia Habana. (mimeografiado). 1 p.
- SAVORY, R.; BREEN, J.; BEALCE, C. I. A. 1980. Leucaena research in Malawi. Leucaena Newsletter. 1:15.

- SAVORY, R.; THOMAS, D. 1977. The establishment, management and utilization of *Leucaena*. In: Pasture Handbook for Malawi. FAO. Roma.
- SEMALI, A.; SYANSIMAR, D.; MANURUNG, T. 1983. Forage production of lamtoro (*Leucaena leucocephala*) at various cutting intervals. Proceedings. 5th World Animal Production Conference. Tokyo, Japan. p. 611-612.
- SHELTON, H. M.; BREWBAKER, J. L. 1994. *Leucaena leucocephala* - the most widely used forage tree legumes. In: Gutteridge, R. C.; Shelton, H. M., eds. Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Wallingford, G. B., CAB International. p. 15-29.
- SIMMONDS, S. 1951. Notes on field management of Imperial College of Tropical Agriculture. Tropical Agriculture, (Trinidad). 16:17-19.
- SKERMAN, P. J.; CAMERON, D. G.; RIVEROS, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. FAO. Roma, Italia. p. 602-612.
- SKERMAN, P. J. 1977. Tropical forage legumes. FAO Plant Production and Protection Series N^o. 2. FAO, Rome, Italy. 609 p.
- SNELL, F. D.; SNELL, C. T. 1954. In: Colorimetric methods of analysis. 3th Ed. New York.
- STEEL, R. D. G.; TORRIE, J. C. 1993. Bioestadística: principios y procedimientos 2da Edición. Mc Graw-Hill. México. 622 p.
- STÜR, W. W.; SHELTON, H. M.; GUTTERIDGE, R. C. 1994. Defoliation and management of forage tree legumes. In: Gutteridge, R. C.; Shelton, H. M., eds. Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Wallingford, G. B., CAB International. p. 144-157.
- SUMBERG, J. E. 1985. A note on flowering and seed production in a young *Gliricidia sepium* seed orchard. Tropical Agriculture (Trinidad). 62(1):17-19.
- SUTTIE, J. M. 1968. Pasture legumes research in Kenya. East African Agriculture and Forestry Journal, (Kenya). 33(3): 281-285.
- TAKAHASHI, M.; RIPPERTON, J. C. 1949. Koa haola (*Leucaena glauca*): Its establishment, culture and utilization as a forage crop. Bulletin 100. Hawaii, Agriculture Experimental Station. p. 56.
- TILLEY, J. M.; TERRY, R. A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society, (G. B.). 18:104-111.
- TOPARK, NGARM, A. 1983. Testing shrub legumes for forage crops in northeast Thailand. *Leucaena* Research Reports. NFTA. 4:77-78.
- UPDHAYAY, V. S.; REKIB, A.; PATHAK, P. S. 1974. Nutritive value of *Leucaena leucocephala*. Indian Veterinary Journal, (India). 51(8):534-537.
- VAN SOEST, P. J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Corvallis, USA, O & B Books. 374 p.
- VERGARA, J. 1967. Los minerales para la producción de carne. Agricultura Tropical, (Colombia). 23:229-242.
- WAHYUNI, S.; YULIANTI, E. S.; KOMARA, W.; YATES, N. G.; OBST, N. G.; LOWRY, J. B. 1982. The performance of ongole cattle offered either grass, sun-dried *Leucaena leucocephala* or varying proportions of each. Tropical Animal Production. 7(3):275-283.
- WHITEMAN, P. C.; LULHAM, A. 1970. Seasonal changes on growth and nodulation of perennial tropical in the field. Australian Journal of Agricultural Research, (Australia). 21(2): 195-206.

11. ANEXOS

Anexo 1. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento de la biomasa comestible de *Leucaena leucocephala* en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	5.89	9.42	6.20	7.22	7.52 ^b
Diciembre	4.50	13.89	11.33	9.73	9.57 ^a
Promedio ¹	5.16 ^c	11.73 ^a	8.80 ^b	8.46 ^b	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 2. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento del tallo leñoso de *Leucaena leucocephala* en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	2.89	4.42	4.07	6.33	4.46 ^a
Diciembre	2.00	7.00	8.00	5.87	5.72 ^a
Promedio ¹	2.49 ^b	5.75 ^a	6.03 ^a	6.09 ^a	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 3. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento de la biomasa total de *Leucaena leucocephala* en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	8.78	13.83	10.27	13.56	11.95 ^b
Diciembre	6.50	20.89	19.33	15.60	15.30 ^a
Promedio ¹	7.86 ^b	17.50 ^a	14.84 ^a	14.45 ^a	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 4. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento de las hojas de *Leucaena leucocephala* en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Intervalos de poda, días			
	90	120	150	Promedio ¹
Noviembre	4.89	8.17	5.60	6.23 ^b
Diciembre	12.00	10.25	9.33	10.19 ^a
Promedio ¹	8.54 ^a	9.21 ^a	6.88 ^a	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 5. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento de biomasa comestible de *Leucaena leucocephala* en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Intervalos de poda, días			
	90	120	150	Promedio
Noviembre	5.89	9.42	6.20	7.21 ^b
Diciembre	13.89	11.33	9.87	11.32 ^a
Promedio ¹	10.07 ^a	10.38 ^a	7.34 ^b	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 6. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento del tallo leñoso de *Leucaena leucocephala* en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Intervalos de poda, días			
	90	120	150	Promedio ¹
Noviembre	2.89	4.42	4.07	3.83 ^b
Diciembre	13.89	11.33	9.73	6.96 ^a
Promedio ¹	5.01 ^a	6.21 ^a	4.96 ^a	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 7. Efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la tasa de crecimiento de la biomasa total *Leucaena leucocephala* en los meses de sequía, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Intervalos de poda, días			
	90	120	150	Promedio ¹
Noviembre	8.78	13.83	10.27	11.05 ^b
Diciembre	20.89	19.33	15.60	18.29 ^a
Promedio ¹	15.10 ^a	16.62 ^a	12.29 ^a	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 8. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la altura de las plantas de *Leucaena leucocephala* (m) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	0.80	0.94	1.06	1.35	1.04 ^a
Diciembre	0.82	1.15	1.21	1.25	1.11 ^a
Promedio ¹	0.81 ^c	1.04 ^b	1.13 ^{ab}	1.30 ^a	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 9. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre el número de ramas de *Leucaena leucocephala* en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final ¹				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	87	93	77	75	83 ^a
Diciembre	56	58	67	46	57 ^b
Promedio ¹	71 ^c	76 ^b	72 ^{ab}	61 ^a	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 10. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la digestibilidad de las hojas de *Leucaena leucocephala* (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	69.3	68.6	66.5	69.7	68.6 ^a
Diciembre	65.8	66.6	69.3	70.0	68.0 ^a
Promedio ¹	67.6 ^a	67.6 ^a	67.9 ^a	69.8 ^a	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 11. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la digestibilidad de los tallos tiernos de *Leucaena leucocephala* (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	48.3	44.7	47.9	48.7	47.4 ^a
Diciembre	46.5	49.1	45.9	44.6	46.5 ^a
Promedio ¹	47.4 ^a	46.9 ^a	46.9 ^a	46.6 ^a	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 12. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la proteína bruta de las hojas de *Leucaena leucocephala* (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	31.0	31.1	27.1	34.2	30.8 ^a
Diciembre	33.0	29.0	23.8	33.5	29.8 ^a
Promedio ¹	32.0 ^a	29.9 ^{ab}	25.4 ^b	33.8 ^a	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 13. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la proteína de los tallos tiernos de *Leucaena leucocephala* (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	22.0	18.4	16.3	17.1	18.6 ^a
Diciembre	22.6	22.7	14.3	14.7	18.5 ^a
Promedio ¹	22.3 ^a	20.6 ^a	15.2 ^b	15.9 ^b	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955).

Anexo 14. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la fibra bruta de las hojas de *Leucaena leucocephala* (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	14.3	16.3	15.2	15.7	15.4 ^a
Diciembre	13.7	15.3	15.8	19.2	16.0 ^a
Promedio ¹	14.0 ^a	15.8 ^a	15.5 ^a	17.5 ^a	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 15. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre la fibra bruta de tallos tiernos de *Leucaena leucocephala* (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	33.5	34.5	31.7	36.2	34.0 ^a
Diciembre	31.4	32.1	33.3	36.2	33.2 ^a
Promedio ¹	32.5 ^a	33.3 ^a	32.5 ^a	36.2 ^a	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 16. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre el contenido de P en hojas de *Leucaena leucocephala* (tm de MS/ha) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	0.22	0.17	0.13	0.19	0.18 ^a
Diciembre	0.32	0.20	0.13	0.22	0.21 ^a
Promedio ¹	0.27 ^a	0.19 ^{bc}	0.13 ^c	0.20 ^b	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 17. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre el contenido de P en tallos tiernos de *Leucaena leucocephala* (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	0.19	0.22	0.19	0.17	0.19 ^a
Diciembre	0.25	0.20	0.17	0.19	0.20 ^a
Promedio ¹	0.22 ^a	0.21 ^a	0.18 ^a	0.18 ^a	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 18. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre el contenido de Ca en hojas de *Leucaena leucocephala* (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	2.84	2.45	2.31	1.53	2.28 ^a
Diciembre	2.09	2.10	2.55	1.32	2.02 ^a
Promedio ¹	2.47 ^a	2.27 ^a	2.43 ^a	1.42 ^b	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

Anexo 19. Efecto de las podas al final del período lluvioso sobre el contenido de Ca en tallos tiernos de *Leucaena leucocephala* (%) en los meses de sequía en la EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba.

Poda inicial	Poda final				
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio ¹
Noviembre	1.24	0.94	0.77	1.00	0.99 ^a
Diciembre	1.42	0.96	1.44	0.50	1.08 ^a
Promedio ¹	1.33 ^a	0.95 ^a	1.11 ^a	0.75 ^a	

1/Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)